

Catalytic combustion device with carburation function has fuel evaporation and combustion stages with large number of spray holes formed in block of heating body supplied with energy

Patent number: DE10014092

Publication date: 2000-09-28

Inventor: KONDOU YASUO (JP); ISHII KATSUYA (JP);
KAWAGUCHI KIYOSHI (JP); UEHARA MASANORI
(JP); ITOH AKIRA (JP)

Applicant: DENSO CORP (JP)

Classification:

- international: F23D11/44; F23D11/40; F23D11/02; F24H1/10

- european: F23C11/00C; F23D5/12; F23D11/44B5; F23D14/18;
F24H1/00D3; F24H1/26B

Application number: DE20001014092 20000322

Priority number(s): JP19990080594 19990324; JP19990156651 19990603;
JP19990370948 19991227

Also published as:



JP2001050508 (A)

Report a data error here

Abstract of DE10014092

The device has a carburetor (7) with a fuel evaporation stage (31) for carburation of liquid fuel and a catalytic combustion stage (6) for burning the fuel gasified by the carburetor. The fuel evaporation and combustion stages have a large number of spray holes and are formed in the block of a heating body supplied with energy. The fuel evaporation and catalytic combustion stages are separated by an evaporation cylinder (30) that covers the evaporation stage.



① BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 14 092 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
F 23 D 11/44
F 23 D 11/40
F 23 D 11/02
F 24 H 1/10

⑦ Aktenzeichen: 100 14 092.0
⑦ Anmeldetag: 22. 3. 2000
⑦ Offenlegungstag: 28. 9. 2000

DE 100 14 092 A 1

③ Unionspriorität:

11-80594	24. 03. 1999	JP
11-156651	03. 06. 1999	JP
11-370948	27. 12. 1999	JP

⑦ Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

⑦ Vertreter:

Zumstein & Klingseisen, 80331 München

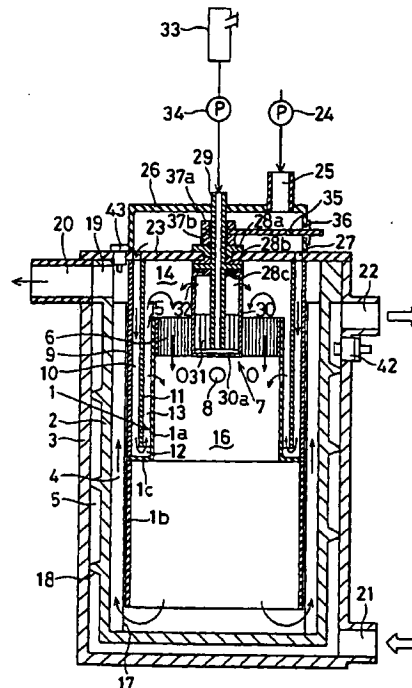
⑦ Erfinder:

Kondou, Yasuo, Kariya, Aichi, JP; Ishii, Katsuya,
Kariya, Aichi, JP; Kawaguchi, Kiyoshi, Kariya, Aichi,
JP; Uehara, Masanori, Kariya, Aichi, JP; Itōh, Akira,
Kariya, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤ Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion

⑤ Es gehört zum Stand der Technik, daß ein mit Energie versorgter Heizabschnitt eines Vergasers (7) geheizt wird, und der resultierende vergaste Kraftstoff daraufhin verbrannt wird, um eine katalytische Verbrennungsvorrichtung vorzuheizen, wodurch der Beginn der katalytischen Verbrennung verzögert wird. Außerdem muß der mit Energie versorgte Heizabschnitt des Vergasers (7) selbst während der katalytischen Verbrennung mit Energie versorgt werden, was zu hohem Energieverbrauch führt. Der Aufbau ist ferner außerdem kompliziert und groß. Ein Kraftstoffverdampfungsabschnitt (31) und ein katalytischer Verbrennungsabschnitt (6) sind erfindungsgemäß beide gebildet durch einen mit Energie versorgten Heizkörper mit einer großen Anzahl von Sprühlöchern, und sie sind so aufgebaut, daß der katalytische Verbrennungsabschnitt (6) um den Kraftstoffverdampfungsabschnitt (31) herum vorgesehen ist. Der Kraftstoffverdampfungsabschnitt (31) und der katalytische Verbrennungsabschnitt (6) werden gleichzeitig mit Energie versorgt, um Wärme zu erzeugen, wenn die Verbrennung gestartet wird. Der katalytische Verbrennungsabschnitt (6) ist bereits im wesentlichen vorgeheizt worden, wenn der Kraftstoff, der als Folge des Heizens des Kraftstoffverdampfungsabschnitts (31) vergast wurde, den katalytischen Verbrennungsabschnitt (6) erreicht, wodurch gewährleistet wird, daß die katalytische Verbrennung rasch startet. Da der Kraftstoffverdampfungsabschnitt (31) durch Verbrennungshitze erwärmt wird, entfällt ...



DE 100 14 092 A 1

DE 100 14 092 A 1

1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine katalytische Verbrennungsvorrichtung zum Vergasen von flüssigem Brennstoff.

Bekannte herkömmliche Techniken zum Vergasen von flüssigem Kraftstoff umfassen die in der japanischen ungeprüften Patentschrift Nr. S58-178108 offenbarte Technik. Diese Technik sieht die Verwendung eines Vergasers zum Vergasen von Kraftstoff vor und eine katalytische Verbrennungsvorrichtung zum Verbrennen des vergasteten Kraftstoffs. Der Vergaser heizt einen Vormischzylinder stromaufwärts von der katalytischen Verbrennungskammer. Ein ummantelter Heizer führt den flüssigen Kraftstoff einem Gebläse zu. Das Gebläse stellt Primärluft bereit und verteilt den flüssigen Kraftstoff auf der Innenwandung des geheizten Vormischzylinders. Der Kraftstoff wird dadurch infolge des Kontakts mit dem Vormischzylinder vergast und der katalytischen Verbrennungskammer zugeführt.

Die in der vorstehend genannten Druckschrift offenbarte Technik ist mit Nachteilen behaftet. Zunächst wird bei Beginn des Verbrennungsprozesses stromaufwärts von einer Platte eine Flammenverbrennung hervorgerufen, welche Platte ebenfalls stromaufwärts von dem katalytischen Verbrennungsabschnitt angeordnet ist. Die Flammenverbrennung heizt den katalytischen Verbrennungsabschnitt vor.

Bei einem derartigen Aufbau ist eine vorbestimmte Zeitdauer erforderlich, um den Vormischzylinder mit dem ummantelten Heizer zu erwärmen. Die vorbestimmte Zeit ist erforderlich, um den katalytischen Verbrennungsabschnitt unter Verwendung der Flammenverbrennung vorzuheizen, die daraufhin gestartet wird.

Das heißt, um die katalytische Verbrennung zu starten, ist Zeit zum Heizen bzw. Erwärmen des Vormischzylinders und zum Vorheizen des katalytischen Verbrennungsabschnitts erforderlich. Infolge hiervon wird der Start der katalytischen Verbrennung verzögert, was unerwünscht ist.

Als zweites ist der Vormischzylinder getrennt von dem katalytischen Verbrennungsabschnitt vorgesehen. Es ist deshalb schwierig, den Vormischzylinder mit Wärme von dem katalytischen Verbrennungsabschnitt zu heizen. Selbst nachdem die katalytische Verbrennung beginnt, muß dem ummantelten Heizer während der katalytischen Verbrennung kontinuierlich hoher Strom zugeführt werden. Infolge hiervon wird eine große Strommenge bzw. Energiemenge selbst während der katalytischen Verbrennung verbraucht, was ebenfalls unerwünscht ist.

Da der Vormischzylinder zum Vergasen von Kraftstoff und der katalytische Verbrennungsabschnitt vollständig unterschiedlichen Aufbau aufweisen und getrennt vorgesehen sind, wird die katalytische Verbrennungsvorrichtung insgesamt groß bzw. sperrig aufgrund des komplizierten Aufbaus.

Eine Aufgabe der Erfindung besteht deshalb darin, eine katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion zu schaffen, in welcher katalytische Verbrennung nach kürzerer Zeit gestartet wird, der Kraftstoffverbrauch verringert ist und Konstruktionsaspekte vereinfacht sind, um Kompaktheit zu erzielen.

In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung handelt es sich bei einem Kraftstoffverdampfungsabschnitt und einem katalytischen Verbrennungsabschnitt um mit Energie bzw. Strom versorgte Heizkörper, die eine Vielzahl von Sprühdüsen aufweisen und voneinander durch einen Verdampfungszyylinder getrennt sind. Wenn die Verbrennung gestartet wird, erzeugen der Kraftstoffverdampfungsabschnitt und der katalytische Verbrennungsabschnitt gleichzeitig Wärme. Der katalytische Verbrennungsabschnitt wird vorgeheizt. Wenn vergaster Kraftstoff den katalytischen

2

Verbrennungsabschnitt erreicht, wird die katalytische Verbrennung rasch gestartet.

Der Kraftstoffverdampfungsabschnitt und der katalytische Verbrennungsabschnitt sind in einem Block als ein mit Energie versorgter Heizkörper aufgebaut. Wenn die katalytische Verbrennung startet, wird der Kraftstoffverdampfungsabschnitt durch Wärme von der katalytischen Verbrennung geheizt. Dies macht das Heizen des Kraftstoffs mit hohem elektrischen Strom unnötig bzw. verringert die Wärmemenge, die durch den elektrischen Strom erzeugt wird bzw. werden muß. Während der katalytischen Verbrennung wird der Energieverbrauch bzw. Stromverbrauch verringert, weil die zum Vergasen von Kraftstoff erforderliche Energie bzw. der hierfür erforderliche Strom nicht benötigt oder in verringertem Umfang benötigt wird.

Da der Kraftstoffverdampfungsabschnitt und der katalytische Verbrennungsabschnitt in einem Block aus einem mit Energie versorgten Heizkörper aufgebaut sind, kann der durch den Kraftstoffverdampfungsabschnitt und den katalytischen Verbrennungsabschnitt eingenommene Raum verkleinert werden, was es ermöglicht, die Größe der kompakten katalytischen Verbrennungsvorrichtung zu verringern. Der Aufbau von einem Vergaser einschließlich einem Kraftstoffvergasungsabschnitt und einem katalytischen Verbrennungsabschnitt kann dadurch außerdem vereinfacht werden.

In Übereinstimmung mit dem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung handelt es sich bei einem katalytischen Verbrennungsabschnitt um einen mit Energie versorgten Heizkörper, der einen Katalysator auf seiner Oberfläche trägt. Dadurch ist es möglich, den Katalysator zu veranlassen, Abgas zu Beginn des Verbrennungsvorgangs dadurch zu verringern, daß Wärme durch Energieversorgung des mit Energie versorgten Heizkörpers zu Beginn der Verbrennung erzeugt wird.

In Übereinstimmung mit dem dritten Aspekt der Erfindung wird ein Kraftstoffverdampfungsabschnitt mit Energie versorgt, um Wärme in einem Verdampfungszyylinder zu erzeugen, welchem flüssiger Kraftstoff zugeführt wird. Der dem Verdampfungszyylinder zugeführte flüssige Kraftstoff wird dadurch infolge der Wärme in dem Verdampfungszyylinder verdampft. Der verdampfte Kraftstoff wird daraufhin in einen katalytischen Verbrennungsabschnitt eingeleitet. Dadurch ermöglicht es die Verwendung eines derartigen Vergasers, die katalytische Verbrennung selbst von flüssigem Brennstoff zu ermöglichen.

In Übereinstimmung mit dem fünften Aspekt der Erfindung ist ein poröser Kraftstoffabsorptionskörper auf einer geschlossenen Endseite eines Verdampfungszyinders vorgesehen. Der Kraftstoffabsorptionskörper ist dadurch Wärme von dem Kraftstoff ausgesetzt, um hohe Temperatur zu erzeugen. Der absorbierte Kraftstoff wird dadurch verdampft. Infolge hiervon wird die Verdampfung des flüssigen Kraftstoffs in dem Verdampfungszyylinder gefördert.

In Übereinstimmung mit dem sechsten Aspekt der vorliegenden Erfindung weisen ein Kraftstoffverdampfungsabschnitt und ein katalytischer Verbrennungsabschnitt Zweischicht- bzw. Doppelschicht-Aufbau auf, demnach der Kraftstoffverdampfungsabschnitt in der Mitte angeordnet ist. Dies ermöglicht es, den durch den Kraftstoffverdampfungsabschnitt und den katalytischen Verbrennungsabschnitt eingenommenen Raum zu verkleinern und dadurch die Größe der katalytischen Verbrennungsvorrichtung zu verringern.

In Übereinstimmung mit dem achten Aspekt der Erfindung wird einer Vormischkammer zugeführte Primärluft stromaufwärts von der Vormischkammer durch einen zylindrischen Körper geführt. Dies verbessert das Mischen der Primärluft mit dem Kraftstoff in der Vormischkammer. Dies

DE 100 14 092 A 1

3

ermöglicht es, eine ungleichmäßige Verbrennung in dem katalytischen Verbrennungsabschnitt zu verhindern.

In Übereinstimmung mit dem neunten Aspekt der Erfindung wird in der einer Vormischkammer zugeführten Primärluft ein Wirbelstrom bzw. Verwirbelungsstrom erzeugt. Dies verbessert das Mischen der Primärluft mit dem Kraftstoff in der Vormischkammer, wodurch es ermöglicht wird, Ungleichmäßigkeit bei der Verbrennung in dem katalytischen Verbrennungsabschnitt zu verhindern.

In Übereinstimmung mit dem elften Aspekt der Erfindung findet Wärmetausch zwischen Verbrennungsgas und Verbrennungsluft an einer Membran statt, welche einen Verbrennungsgaskanal von einem Luftzufuhrkanal trennt. Dies ermöglicht es, die Wärme des Verbrennungsgases rückzugewinnen und dadurch die Größe der katalytischen Verbrennungsvorrichtung zu verringern.

In Übereinstimmung mit dem zwölften Aspekt der Erfindung wird in der Sekundärluft ein Wirbelstrom erzeugt und der Verbrennungskammer zugeführt, um das Mischen der Sekundärluft mit dem verbrennbaren Kraftstoff in der Verbrennungskammer zu verbessern. Dies ermöglicht es, den Verbrennungswirkungsgrad zu verbessern.

Der Wirbelstrom des Verbrennungsgases veranlaßt einen Teil des Verbrennungsgases dazu, in einen sekundären Verbrennungsabschnitt zu strömen, infolge wovon ein EGR-Effekt es ermöglicht, die Emission von Abgas zu verringern.

Da die sekundäre Verbrennung in einer verwirbelten Umgebung bzw. in verwirbelter Weise stattfindet, ist es möglich, die Volumkapazität zu verringern, die für die sekundäre Verbrennung erforderlich ist, und dadurch die Größe der katalytischen Verbrennungsvorrichtung zu verringern.

In Übereinstimmung mit dem dreizehnten Aspekt der Erfindung sind Rippen in den Wärmetausch zwischen einem Verbrennungsgaskanal und einem Luftzufuhrkanal vorgesehen. Dies ermöglicht es, den Wirkungsgrad der Verbrennungsgasrückgewinnung zu verbessern und dadurch den Wirkungsgrad der katalytischen Verbrennungsvorrichtung zu verbessern.

In Übereinstimmung mit dem vierzehnten Aspekt der Erfindung liegt ein Teil des katalytischen Verbrennungsabschnitts (des mit Energie versorgten Heizkörpers) auf einer Temperatur, die höher ist als in den übrigen Bereichen. Die katalytische Reaktion startet dadurch in einem Bereich höherer Temperatur rascher als in den übrigen Bereichen. Zündung findet außerdem in dem Bereich höherer Temperatur vor derjenigen der übrigen Bereiche statt. Infolge hiervon hält ein Bereich höherer Temperatur die Flamme und wärmt den Katalysator in den übrigen Bereichen, wodurch eine katalytische Reaktion in den übrigen Bereichen gefördert wird. Dies ermöglicht es, eine Verbrennungsvorrichtung in einer kurzen Zeitdauer zu starten und den Energie- bzw. Stromverbrauch während des Startvorgangs zu verringern.

In Übereinstimmung mit dem fünfzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Hochtemperaturbereich von den übrigen Bereichen getrennt. Der Hochtemperaturbereich ist außerdem in einer willkürlichen und variablen Position in dem katalytischen Verbrennungsabschnitt angeordnet. Diese Variabilität ermöglicht es, den Hochtemperaturbereich in einer Position anzuordnen, die zum Halten einer Flamme bzw. zum Fördern einer katalytischen Reaktion in den übrigen Bereichen geeignet ist.

In Übereinstimmung mit dem sechzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung können ein Hochtemperaturbereich und übrige Bereiche problemlos aufgebaut bzw. gestaltet werden, indem sie mit einer unterschiedlichen Anzahl von bandförmigen Heizkörpern versehen werden.

In Übereinstimmung mit dem siebzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Zündabschnitt in zumindest

4

einem Teil des katalytischen Verbrennungsabschnitts (des mit Energie versorgten Heizkörpers) vorgesehen. Der Zündabschnitt ist stromabwärts positioniert und die Zündung findet in dem Zündabschnitt früher statt als in den übrigen Bereichen zu Beginn des Betriebs. Infolge hiervon führt der Zündabschnitt die Funktion durch, die Flamme zu halten und den Katalysator in den übrigen Bereichen zu erwärmen. Dies fördert eine katalytische Reaktion in den übrigen Bereichen. Infolge hiervon ist es möglich, eine Verbrennungsvorrichtung in kurzer Zeitdauer zu starten und den Energie- bzw. Stromverbrauch während des Startvorgangs zu verringern.

In Übereinstimmung mit dem achtzehnten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Reaktionsförderabschnitt vorgesehen, der auf eine Temperatur höher als diejenige in den übrigen Bereichen erwärmt wird. Der Reaktionsförderabschnitt ist in zumindest einem Teil des katalytischen Verbrennungsabschnitts (des mit Energie versorgten Heizkörpers) auf seiner stromabwärtigen Seite vorgesehen. Infolge hiervon nimmt die Temperatur des Reaktionsförderabschnitts rascher als in den übrigen Bereichen zu Beginn des Betriebs zu. Dies führt dazu, daß die katalytische Reaktion in dem Reaktionsförderabschnitt früher startet. Infolge hiervon wird die primäre Verbrennung und die sekundäre Verbrennung stromabwärts von dem Reaktionsförderabschnitt rasch stabilisiert. Folglich kann eine Verbrennungsvorrichtung in kurzer Zeit gestartet werden und der Energieverbrauch beim Starten kann verringert werden.

In Übereinstimmung mit dem neunzehnten Aspekt der Erfindung ist ein Reaktionsförderabschnitt, der auf eine Temperatur höher als diejenige der übrigen Bereiche erwärmt bzw. geheizt wird, in zumindest einem Teil des katalytischen Verbrennungsabschnitts (mit Energie versorgten Heizkörpers) versehen. Dieser Reaktionsförderabschnitt ist stromaufwärts angeordnet. Die Temperatur des Reaktionsförderabschnitts nimmt rascher zu als in den übrigen Bereichen während des Startvorgangs. Dies veranlaßt wiederum, eine katalytische Reaktion in dem Reaktionsförderabschnitt früher zu starten. Ein gemischtes Gas wird einem Zündabschnitt zugeführt, der einer katalytischen Reaktion unterworfen war, wodurch die Reaktion in dem Reaktionsförderabschnitt gefördert wird.

Das Zünden findet in einem Zündabschnitt früher als in den übrigen Bereichen statt. Der Zündabschnitt wird problemlos gezündet, weil das gemischte Gas unter beschleunigter Oxidation in den Zündabschnitt durch den Reaktionsförderabschnitt eingeleitet wird. Der Zündabschnitt führt die Funktion durch, die Flamme zu halten und wärmt die Katalysatoren in den übrigen Bereichen, um katalytische Reaktion in den übrigen Bereichen zu fördern. Dies ermöglicht es, eine Verbrennungsvorrichtung in kürzerer Zeitdauer zu starten und den Energieverbrauch während des Startvorgangs zu verringern.

In Übereinstimmung mit dem zwanzigsten Aspekt der Erfindung sind ein Zündabschnitt und ein Reaktionsförderabschnitt gebildet, indem ein Durchgangsloch in einem bandförmigen Heizkörper vorgesehen ist. Der Zündabschnitt kann deshalb problemlos bei niedrigen Kosten hergestellt werden.

In Übereinstimmung mit dem einundzwanzigsten, dem zweiundzwanzigsten und dem dreiundzwanzigsten Aspekt der Erfindung ist ein Reaktionsförderabschnitt in zumindest einem Teil eines mit Energie versorgten Heizkörpers vorgesehen. Der Reaktionsförderabschnitt erstreckt sich entlang einer Längsrichtung eines Sprühlochs.

Wenn der Reaktionsförderabschnitt in einem Bereich des Sprühlochs vorgesehen ist, wie etwa in einem stromaufwärtigen Bereich, stromabwärtigen Bereich oder dergleichen,

DE 100 14 092 A 1

5

durchsetzt gemischtes Gas, welches die Sprühlöcher durchsetzt, den Reaktionsförderabschnitt in kurzer Zeitdauer. Dies kann zu einem unzureichenden Heizen und zu einem Aktivieren des gemischten Gases führen.

Wenn hingegen der Reaktionsförderabschnitt in der Längsrichtung des Sprühlochs vorgesehen ist, wie gemäß den einundzwanzigsten bis dreiundzwanzigsten Aspekten der Erfindung, braucht das gemischte Gas lange Zeit, um den Reaktionsförderabschnitt zu durchsetzen. Dies fördert das Heizen und Aktivieren des gemischten Gases, verbessert das Zünden des gemischten Gases, welches den Reaktionsförderabschnitt durchsetzt, und verbessert dadurch das Zünden der katalytischen Verbrennungsvorrichtung.

In Übereinstimmung mit dem zweiundzwanzigsten Aspekt der Erfindung ist ein mit Energie versorgter Heizkörper vorgesehen. Der mit Energie versorgte Heizkörper ist durch Wickeln eines bandförmigen Heizkörpers vorgesehen bzw. gebildet. Der bandförmige Heizkörper ist gebildet durch Verbinden einer flachen Folie mit einer gewellten Folie. Ein Reaktionsförderabschnitt ist vorgesehen durch Ausdünnen von entweder der flachen Folie oder der gewellten Folie, wodurch der bandförmige Heizkörper in Folienform gebildet wird. Eine derartige Anordnung ermöglicht die Herstellung des Bereichs, ohne daß die Konfigurationen aus flacher Folie und gewellter Folie kompliziert werden.

In Übereinstimmung mit dem dreiundzwanzigsten Aspekt der Erfindung wird ein bandförmiger Heizkörper derart gewickelt, daß Ausschnitte auf stromaufwärtigen und stromabwärtigen Seiten von ihm einander überlappen. Der Bereich kann in einer einfachen Konfiguration geschnitten werden, die einfacher ist als ein Bereich, in welchem ein Reaktionsförderabschnitt durch Ausschnitte festgelegt ist, die einander nicht überlappen. Dies erleichtert die Herstellung. Die vereinfachte Konfiguration bzw. der vereinfachte Aufbau ermöglicht es, die Kosten zu verringern.

In Übereinstimmung mit den vierundzwanzigsten und fünfundzwanzigsten Aspekten der Erfindung ist ein Zündabschnitt vorgesehen, welcher in eine Zündkammer stromabwärts von dem Katalysatorverbrennungsabschnitt vorsteht. Gemischtes Gas wird dem Sprühloch zugeführt, wobei in dem Sprühloch der Zündabschnitt gebildet ist. Wenn der Zündabschnitt auf der stromabwärtigen Seite von ihm vorgesehen ist, befindet sich das Gas in schlechtem Mischungszustand. Das gemischte Gas wird deshalb selbst dann nicht gezündet, wenn es durch den Zündabschnitt geleitet wird. Der Grund hierfür liegt darin, daß das zugeführte gemischte Gas kein für die Zündung geeignetes Luft-Kraftstoffverhältnis aufweist.

Da jedoch der Zündabschnitt in die Verbrennungskammer stromabwärts von dem katalytischen Verbrennungsabschnitt vorsteht, ist der Zündabschnitt einer großen Menge an gemischtem Gas ausgesetzt, das durch eine Anzahl von Sprühlöchern hindurchgetreten ist. Das gemischte Gas, welches den Zündabschnitt kontaktiert, wird deshalb durch den Gemischzustand vor dem Sprühstrom nicht beeinträchtigt. Da das gemischte Gas eine große Anzahl von Sprühlöchern durchsetzt hat, findet sich das gemischte Gas in einem bevorzugten Bewegungs- bzw. Umrührzustand und kann durch den Zündabschnitt stabil gezündet werden.

In Übereinstimmung mit dem fünfundzwanzigsten Aspekt der Erfindung ist ein bandförmiger Heizkörper, welcher einen Zündabschnitt bildet, von bandförmigen Heizkörpern getrennt, welche die übrigen Abschnitte bilden. Der bandförmige Heizkörper, welcher den Zündabschnitt bildet, steht in eine Verbrennungskammer tiefer hinein vor als die bandförmigen Heizkörper der übrigen Abschnitte. Eine derartige Anordnung ermöglicht es, den Bereich ohne Verwenden eines komplizierten Aufbaus, wie etwa dann herzustellen,

6

wenn ein Teil des bandförmigen Heizkörpers in stromabwärtiger Richtung vorsteht.

Weitere Anwendungsgebiete der vorliegenden Erfindung erschließen sich aus ihrer nachfolgenden detaillierten Beschreibung.

Es wird bemerkt, daß die detaillierte Beschreibung und die speziellen Beispiele, während sie bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung betreffen, ausschließlich zu Erläuterungszwecken angeführt sind, und daß verschiedene Änderungen und Modifikationen, die im Umfang der Erfindung liegen, sich dem Fachmann aus dieser detaillierten Beschreibung erschließen. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittsansicht einer Heißwasserheizvorrichtung unter Verwendung einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung,

Fig. 2A eine vergrößerte Ansicht von Hauptteilen der katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit der ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2B eine vergrößerte Ansicht von Hauptteilen der katalytischen Verbrennungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 3A eine perspektivische Ansicht des Aufbaus eines Kraftstoffverdampfungsabschnitts und eines katalytischen Verbrennungsabschnitts in Übereinstimmung mit der ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 3B eine perspektivische Ansicht des Aufbaus eines Kraftstoffverdampfungsabschnitts und eines katalytischen Verbrennungsabschnitts in Übereinstimmung mit der ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 4 eine schematische Ansicht einer Steuereinrichtung in Übereinstimmung mit der ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 5 ein Zeitlaufdiagramm der Arbeitsweise in Übereinstimmung mit der ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 6 eine schematische Schnittansicht eines Heißwasserheizgeräts unter Verwendung einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 7 eine vergrößerte Schnittansicht eines Hauptteils einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit der zweiten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 8 eine vergrößerte Schnittansicht eines Hauptteils einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer dritten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 9 eine vergrößerte Schnittansicht eines Hauptteils einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer vierten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 10 eine vergrößerte Schnittansicht eines Hauptteils einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer fünften Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 11 eine vergrößerte Schnittansicht eines Hauptteils einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer sechsten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 12 eine vergrößerte Schnittansicht eines Hauptteils einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer siebten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 13 eine vergrößerte Schnittansicht eines Hauptteils einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer achten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 14 eine schematische Schnittansicht einer Heißwasserheizvorrichtung unter Verwendung einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer neunten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 15 eine schematische Schnittansicht einer Heißwasser-

DE 100 14 092 A 1

7

serheizvorrichtung unter Verwendung einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer zehnten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 16 eine schematische Schnittansicht einer Heißwasserheizvorrichtung unter Verwendung einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer elften Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 17 eine vergrößerte Schnittansicht eines Hauptteils der katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit der elften Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 18 eine Kurvendarstellung der Temperaturanstiegs-kennlinie bzw. -eigenschaft eines Hochtemperaturheizabschnitts und eines Niedrigtemperaturheizabschnitts in Übereinstimmung mit der elften Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 19 eine perspektivische Ansicht eines bandförmigen Heizkörpers vor dem Wickeln in Übereinstimmung mit einer zwölften Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 20 eine perspektivische Ansicht eines bandförmigen Heizkörpers auf dem Wickeln in Übereinstimmung mit einer dreizehnten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 21 eine vergrößerte Ansicht eines Hauptteils einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer vierzehnten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 22 eine perspektivische Ansicht eines bandförmigen Heizkörpers vor dem Wickeln in Übereinstimmung mit einer vierzehnten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 23 eine perspektivische Ansicht eines bandförmigen Heizkörpers vor dem Wickeln in Übereinstimmung mit einer fünfzehnten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 24 eine vergrößerte Ansicht eines Hauptteils einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer sechzehnten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 25 eine perspektivische Ansicht eines bandförmigen Heizkörpers vor dem Wickeln in Übereinstimmung mit der sechzehnten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 26 eine vergrößerte Ansicht eines Hauptteils einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer sechzehnten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 27 eine perspektivische Ansicht eines bandförmigen Heizkörpers vor dem Aufwickeln in Übereinstimmung mit der siebzehnten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 28 eine vergrößerte Ansicht eines Hauptteils einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer achtzehnten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 29 eine perspektivische Ansicht eines bandförmigen Heizkörpers vor dem Wickeln in Übereinstimmung mit der achtzehnten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 30 eine vergrößerte Ansicht eines Hauptteils einer katalytischen Verbrennungsvorrichtung in Übereinstimmung mit einer neunzehnten Ausführungsform der Erfindung, und

Fig. 31 eine perspektivische Ansicht eines bandförmigen Heizkörpers vor dem Wickeln in Übereinstimmung mit der neunzehnten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 1 bis 5 zeigen eine erste Ausführungsform der Erfindung. Insbesondere zeigt Fig. 1 eine Querschnittsansicht einer Heißwasserheizvorrichtung, die eine katalytische Verbrennungsvorrichtung verwendet und Vergasungsfunktion besitzt. Der Begriff "obere" im Zusammenhang mit der Ausführungsform bedeutet, daß im oberen Teil der jeweiligen Figur ein Element zu liegen kommt, und der Begriff "untere" bedeutet, daß ein Element im unteren Teil dieser Figur zu liegen kommt.

8

Die Heißwasserheizvorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform verwendet einen Mehrohröhr Aufbau mit einem Verbrennungszylinder 1 (in der Mitte der Vorrichtung angeordnet), einem Abgas- bzw. Auslaßzylinder 2 und einem Heißwasserzylinder 3. Bei dem Verbrennungszylinder 1 handelt es sich um einen Zylinder, in welchem Kraftstoff verbrannt wird. Der Abgaszylinder 2 legt einen ringförmigen Verbrennungsgaskanal 4 zwischen dem Verbrennungszylinder 1 und einem Außenluftführungszylinder 9 (nachfolgend erläutert) fest. Der Heißwasserzylinder 3 legt einen Heißwasserkanal 5 in Kombination mit dem Abgaszylinder 2 fest.

Bei dem Verbrennungszylinder 1 handelt es sich um einen zylindrischen Körper, der aus wärmebeständigem Metall (wie etwa Edelstahl) hergestellt ist und der gebildet ist durch einen durchmesserkleinen Zylinder 1a, der auf seiner oberen Seite (der Kraftstoffzufuhrseite) angeordnet ist, und einem durchmesser großen Zylinder 1b, der auf seiner unteren Seite (der Verbrennungsaustragseite) angeordnet ist. Die Durchmesseränderung zwischen dem durchmesserkleinen Zylinder 1a und dem durchmesser großen Zylinder 1b findet an einem Stufenabschnitt 1c bzw. durch diesen statt.

Ein katalytischer Verbrennungsabschnitt 6 und ein Vergaser 7 sind in einem oberen Bereich innerhalb des durchmesserkleinen Abschnitts 1a vorgesehen. Mehrere sekundäre Lufteinlaßöffnungen 8 zum Blasen von Sekundärluft in dem Verbrennungszylinder 1 sind an einem Randbereich bzw. Umfangsbereich des durchmesserkleinen Abschnitts 1a gebildet. Die Öffnungen 8 sind geringfügig tieferliegend angeordnet als der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 und der Vergaser 7.

Ein Doppelzylinder, der durch einen Außenluftführungszylinder 9 gebildet ist, ist um den durchmesserkleinen Zylinder 1a und einen Innenluftführungszylinder 11 vorgesehen, der einen Durchmesser aufweist, der geringfügig größer ist als derjenige des durchmesserkleinen Zylinders 1a. Dieser Doppelzylinder wirkt als Membran zum Trennen des Verbrennungsgaskanals 4 von dem Außenluftzufuhrkanal 10.

Der Außenluftzufuhrkanal 10 führt von der oberen Seite eines Wendeabschnitts 12 zugeführte Luft, der über dem Stufenabschnitt 1c angeordnet ist, zu, während ein Wärmeaustausch zwischen der zugeführten Luft und Verbrennungsgas durchgeführt wird.

Der Innenluftzufuhrkanal 13 ist zwischen dem Innenluftführungszylinder 11 und einem durchmesserkleinen Zylinder 1a angeordnet. Der Innenluftzufuhrkanal 13 führt durch den Wendeabschnitt 12 gewendete Luft in Aufwärtsrichtung.

Ein Primärluftzufuhrkanal 15 entspricht dem Primärluftzufuhrmittel. Der Primärluftzufuhrkanal 15 führt Luft von einem Innenluftzufuhrkanal 13 zu einer Vormischkammer 14, die über den Sekundärlufteinlaßöffnungen 8 angeordnet ist. Die der Vormischkammer 14 zugeführte Luftmenge wird eingestellt, um ein Luft/Kraftstoff-Verhältnis zu erzielen, unter welchem die der Vormischkammer 14 zugeführte Kraftstoffmenge im Überschuß vorliegt (ein Luft/Kraftstoff-Verhältnis, welches kleiner als ein theoretisches Luft/Kraftstoff-Verhältnis ist).

Die Sekundärlufteinlaßöffnungen 8 entsprechen einem Sekundärluftzufuhrmittel zum Zuführen von Sekundärluft, die für eine perfekte Verbrennung eines verbrennbaren Kraftstoffs erforderlich ist, zu einer Verbrennungskammer 13, die stromabwärts von dem katalytischen Verbrennungsabschnitt (innerhalb des Verbrennungszylinders 1 stromabwärts von den Sekundärlufteinlaßöffnungen 8) angeordnet ist. Die dem Verbrennungszylinder 1 aus den Sekundärlufteinlaßöffnungen 8 zugeführte Luftmenge wird eingestellt,

DE 100 14 092 A 1

9

um ein Luft/Kraftstoff-Verhältnis zu erzielen, welches für eine perfekte Verbrennung des verbrennbaren Kraftstoffs erforderlich ist (ein Luft/Kraftstoff-Verhältnis höher als das ideale Luft/Kraftstoff-Verhältnis).

Bei der vorliegenden Ausführungsform ist das Verhältnis zwischen der der Vormischkammer 14 zugeführten Primärluft und der dem Verbrennungszylinder 1 zugeführten Sekundärluft, und zwar aus den Sekundärlufteinlaßöffnungen 8, mit etwa 1 : 2 gewählt.

Bei dem Abgaszylinder 2 handelt es sich um einen zylindrischen Körper mit geschlossenem Ende, der an der unteren Seite (abgasstromabwärtige Seite) der Verbrennungskammer 1 verschlossen ist. Gebildet ist er mit Gaswärmeübertragungsrippen 17 zum Übertragen der Wärme des Verbrennungsgases auf den Abgaszylinder 2 auf einer Innenseite von ihm. Gebildet ist er ferner mit wasserseitigen Wärmeleitrippen 18 zum spiralförmigen Führen des Heißwasserkanales 5 auf seiner Außenseite. Ein Abgaszylinderaustragloch 19 ist an einem stromaufwärtigen Ende des Abgaszylinders 2 gebildet. Dieses Austragloch 19 dient zum Austragen von Verbrennungsgas, welches durch den Verbrennungsgaskanal 4 in Aufwärtsrichtung geführt wird.

Bei dem Heißwasserzylinder 3 handelt es sich um einen zylindrischen Körper mit geschlossenem Ende. Der Heißwasserzylinder 3 ist an der Unterseite des Verbrennungszylinders 1 ähnlich wie der Abgaszylinder 2 verschlossen. Der Heißwasserzylinder 3 ist mit einem Heißwasseraustragloch 20 in Verbindung mit dem Abgaszylinderaustragloch 19 des Abgaszylinders 2 gebildet. Eine Heißwassereinlaßöffnung 21 zum Führen von heißem Wasser zu dem Heißwasserkanal 5 ist in einem unteren Bereich des Heißwasserzylinders 3 gebildet. In ähnlicher Weise ist eine Heißwasserauslaßöffnung 22 zum Führen von heißem Wasser zur Außenseite in einem oberen Bereich des Heißwasserzylinders 3 gebildet.

Die Oberseiten der Vormischkammer 14, des Abgaszylinders 2 und des Heißwasserzylinders 3 sind durch eine Endplatte 23 verschlossen. Angebracht an einer Außenendplatte 23 befindet sich ein Luftzuströmzylinder 26, in welchen Luft zur Verbrennung von einer Luftpumpe 24 zugeführt wird. Diese Luft wird durch eine Lufteinlaßöffnung 25 zugeführt. In den Luftzuströmzylinder 26 zugeführte Luft wird zu einem Außenluftzufuhrkanal 10 durch ein Luftzufuhrloch 27 geführt, welches in der Endplatte 23 gebildet ist.

Ein Vergaser 7, der sich in den durchmesserkleinen Zylinder 1a des Verbrennungszylinders 1 erstreckt, ist in der Endplatte 23 angebracht.

Der Vergaser 7 ist zum Vergasen von flüssigem Kraftstoff mit Wärme und zum Einleiten des Gases in die Vormischkammer 14 stromaufwärts von dem katalytischen Verbrennungsabschnitt vorgesehen. Der Vergaser 7 umfaßt ein zentrales Elektrodenrohr 29, welches an der Endplatte 23 mit mehreren Isoliermaterialien 28a und 28b angebracht ist. Einem Verdampfungszyylinder 30 wird flüssiger Kraftstoff von dem zentralen Elektrodenrohr 29 zugeführt. Der Verdampfungszyylinder 30 ist außerdem um das zentrale Elektrodenrohr 29 mit einem dazwischen angeordneten Isoliermaterial gehalten. Ein Kraftstoffverdampfungsabschnitt 31 ist in dem Verdampfungszyylinder 30 vorgesehen und wird durch das zentrale Elektrodenrohr 29 mit Energie versorgt, um Wärme zu erzeugen. Das zentrale Elektrodenrohr 29 besitzt einen Kanal 29a, durch welchen flüssiger Kraftstoff im Zentrum hindurchtritt.

Das untere Ende des Verdampfungszyinders 30 ist gebildet durch eine geschlossene Endseite 30a, die zum Innern des Verbrennungszylinders 1 weist. Kraftstoffeinspritzlöcher 32 zum Einleiten des vergasteten Kraftstoffs in die Vormischkammer 14 sind auf einer oberen Seitenfläche des Verdampfungszyinders 30 vorgesehen. Dieser Verdampfungs-

10

zylinder 30 (durch den katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 auf Masse gelegt bzw. geerdet), der Verbrennungszylinder 1 und der Kraftstoffverdampfungsabschnitt 31 werden zusammen mit dem katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 mit Energie versorgt, wenn an das zentrale Elektrodenrohr 29 eine Spannung angelegt wird.

Flüssiger Kraftstoff (beispielsweise Leichtöl), bevorratet in einem Kraftstofftank 33, wird dem oberen offenen Ende des Kanals 29a des zentralen Elektrodenrohrs 29 durch eine Kraftstoffpumpe 34 zugeführt.

Das untere offene Ende des Kanals 29a des zentralen Elektrodenrohrs 29, das in dem Verdampfungszyylinder 30 angeordnet ist, befindet sich in Gegenüberlagebeziehung zu der geschlossenen Endseite 30a des Verdampfungszyinders 30. Das untere offene Ende des Kanals 29a ist von der geschlossenen Endseite 30a mit einem vorbestimmten Zwischenraum beabstandet, um das zentrale Elektrodenrohr 29 von dem Verdampfungszyylinder 30 zu isolieren.

Das zentrale Elektrodenrohr 29 wird mit einer vorbestimmten Spannung durch einen Stromzufuhranschluß 35 versorgt. Der Stromzufuhranschluß 35 durchsetzt den Luftzuströmzylinder 26 und befindet sich im Klemmeingriff mit mehreren Befestigungsmuttern 37a und 37b, die ihn an dem zentralen Elektrodenrohr 29 festlegen. Zwischen der Mitte bzw. dem Zentrum des Stromzufuhranschlusses 35 und dem Zuströmzylinder 26 ist ein Isoliermaterial 36 angeordnet.

Der Kraftstoffverdampfungsabschnitt 21 besitzt im wesentlichen bienenwabenartige Form mit mehreren Einweglöchern. Wie in Fig. 3A gezeigt, ist der Kraftstoffverdampfungsabschnitt durch Bilden einer dünnen Isolierschicht aus Aluminiumoxid oder dergleichen auf der Oberfläche eines Paares von Metallfolien (mit einer Dicke von beispielsweise 50 µm) und durch Wickeln der Folien um das zentrale Elektrodenrohr 29 erstellt. Ein flaches Blech 38a und ein gewelltes Blech 38b können beispielsweise verwendet werden. Das flache Blech 38a und das gewellte Blech 38b sind aus Edelstahl vom Fe-Cr-Al-Ferrit-Typ hergestellt, welches Wärme aufgrund von Erregungs- bzw. Energiezufuhr erzeugt. Die mehreren Sprühhöcher des Kraftstoffverdampfungsabschnitts 31 sind zwischen dem flachen Blech 38a und dem gewellten Blech 38b gebildet. Die durch das flache Blech 38a und das gewellte Blech 38b gebildete Honigwabe ist in Fig. 2B gezeigt.

Der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 ist zwischen dem durchmesserkleinen Zylinder 1a und dem Verdampfungszyylinder 30 vorgesehen. Der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 ist durch Einbringen von Katalysatoren gebildet. Diese Katalysatoren umfassen Edelmetalle, wie etwa Pt, Pd und Rh, Metalle, wie etwa Ni und Cu, und Oxide, wie etwa Aluminiumoxid und Zirkoniumoxid. Diese Katalysatoren fördern die Verbrennung und die partielle Oxidation auf einer Oberfläche des mit Energie versorgten Heizkörpers. Der katalytische Verbrennungsabschnitt ist im wesentlichen in honigwabenartiger Konfiguration mit mehreren Sprühhöchern gebildet. Der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 wird mit Energie versorgt, um Wärme zu erzeugen. Partielle Oxidation kann hervorgerufen werden, indem eine aus Aluminiumoxid oder dergleichen als Isolierschicht hergestellte Oxidschicht verwendet wird. Bei den Katalysatoren im Zusammenhang mit dieser Erfindung handelt es sich deshalb um die vorstehend genannten Metalle und die Oxidschicht.

Wie in Fig. 3B gezeigt, ist insbesondere eine dünne Isolationsschicht aus Aluminiumoxid oder dergleichen auf der Oberfläche eines Paares von Metallfolien (mit einer Dicke von beispielsweise 50 µm) gebildet. Insbesondere sind ein flaches Blech 38a und ein gewelltes Blech 38b gezeigt, die aus Edelstahl vom Fe-Cr-Al-Ferrit-Typ hergestellt sind und

DE 100 14 092 A 1

11

Wärme aufgrund von Erregungs- bzw. Energiezufuhrwiderstand erzeugen. Katalysatoren, wie etwa Pt und Pd sind außerdem auf ihnen vorgesehen. Die resultierenden Elemente werden um den Verdampfungszyylinder 30 gewickelt. Die mehreren Sprühlöcher in dem katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 sind zwischen dem flachen Blech 38a und dem gewellten Blech 38b gebildet.

Die Innenseite des katalytischen Verbrennungsabschnitts 6 ist mit dem Verdampfungszyylinder 30 verbunden. Die Außenseite des katalytischen Verbrennungsabschnitts 6 ist mit dem Verbrennungszyylinder 1 durch eine periphere bzw. über den Umfang verlaufende Elektrode 39 verbunden. Der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 wird mit Energie versorgt, um Wärme zusammen mit dem Kraftstoffverbrennungsabschnitt 31 zu erzeugen, wenn an das zentrale Elektrodenrohr 29 eine Spannung angelegt wird.

Eine in Fig. 4 gezeigte Steuereinrichtung 40 steuert die Energiezufuhr bzw. Energiebeaufschlagung des Kraftstoffverdampfungsabschnitts 31 und des katalytischen Verbrennungsabschnitts 6, die Energiezufuhr zu der Luftpumpe 34 und die Energiezufuhr zu der Kraftstoffpumpe 34. Die Steuereinrichtung 40 besitzt einen Betätigungsschalter 41, der manuell betätigt wird, einen Wassertemperatursensor 42 zum Ermitteln der Temperatur von heißem Wasser in dem Heißwasserkanal 5, und einen Abgastemperatursensor 43 zum Ermitteln der Temperatur von Verbrennungsgas in dem Verbrennungsgaskanal 4. Die Kraftstoffverbrennung wird gestartet, wenn die durch den Wassertemperatursensor 42 ermittelte Temperatur niedriger als eine Betätigungs- bzw. Betriebsstarttemperatur ist, wenn der Betätigungsschalter 41 eingeschaltet ist. In ähnlicher Weise wird die Kraftstoffverbrennung gestoppt, wenn der Betätigungsschalter 41 ausgeschaltet ist, oder wenn die durch den Wassertemperatursensor 42 ermittelte Temperatur höher als die Betriebs- bzw. Betätigungsstarttemperatur ist. Die Steuereinrichtung 40 verstärkt und vermindert das Verbrennungsausmaß auf Grundlage der durch den Wassertemperatursensor 42 ermittelten Temperatur.

Die Arbeitsweise der vorliegenden Ausführungsform wird nunmehr auf Grundlage des in Fig. 5 gezeigten Zeitlaufdiagramms erläutert. Wenn die durch den Wassertemperatursensor 42 ermittelte Temperatur niedriger als die Betriebsstarttemperatur ist, wird die Verbrennung gestartet, wenn der Betätigungsschalter 41 eingeschaltet ist. Zunächst werden die Luftpumpe 24 und die Kraftstoffpumpe 34 bei einer für die Zündung geeigneten niedrigen Drehzahl betrieben. Gleichzeitig werden der Kraftstoffverbrennungsabschnitt 31 und der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 mit Energie versorgt.

Infolge dieser Energieversorgung wird dem Verdampfungszyylinder 30 zugeführter flüssiger Kraftstoff in dem Kraftstoffverdampfungsabschnitt 31 erhitzt und verdampft. Der verdampfte Kraftstoff wird daraufhin in die Vormischkammer 14 eingespritzt. Primärluft wird der Vormischkammer 14 zusätzlich zu dem vergastem Kraftstoff zugeführt, wodurch die Elemente in geeigneter Weise gemischt werden. Diese Mischung wird daraufhin dem katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 zugeführt.

Der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 wird ebenfalls mit Energie versorgt, um Wärme zu erzeugen, welche die Katalysatoren aktiviert und die gemischten Gase zündet und verbrennt. Da die Primärluft für die Verbrennung an bzw. in dem katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 unzureichend bzw. unvollständig ist, wird der restliche verbrennbare Kraftstoff durch Sekundärluft vollständig verbrannt, welche dem Verbrennungszyylinder 1 aus den Sekundärlufteinlaßöffnungen 8 zugeführt wird. Selbst in dieser frühen Betriebsstufe kann die Emission von Abgas während des Startens

12

verringert werden, weil das verbrennbare Gas aktiviert wird und partielle Oxidation durch Einwirkung der Katalysatoren gefördert wird.

Wenn die Zündung durch den Ermittlungswert des Abgastemperatursensors 43 (t1) bestätigt wird, werden die Luftpumpe 24 und die Kraftstoffpumpe 34 allmählich in stabilen Betrieb überführt. Wenn daraufhin der Ermittlungswert des Abgastemperatursensors 43 eine vorbestimmte Temperatur (t2) erreicht, wird die Energieversorgung des Kraftstoffverdampfungsabschnitts 31 und des katalytischen Verbrennungsabschnitts 6 gestoppt. Während die Zündung bestätigt wird und die Energieversorgung des Kraftstoffverdampfungsabschnitts 31 und des katalytischen Verbrennungsabschnitts 6 gestoppt wird, können diese Betriebsabläufe auf Zeitgebersteuerungsbasis durchgeführt werden. Der Kraftstoffverdampfungsabschnitt 31 und der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 sind nunmehr bereits heiß genug geworden, und zwar ohne Energiezufuhr, infolge der Übertragung von durch die Verbrennung erzeugter Wärme. Dem Verdampfungszyylinder 30 zugeführter flüssiger Kraftstoff wird deshalb verdampft und vergast und das gemischte Gas, welches den katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 durchsetzt, wird katalytischer Verbrennung unterworfen.

Selbst während des stabilen Betriebs bzw. des Dauerbetriebs ist das dem katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 aus der Vormischkammer 14 zugeführte gemischte Gas kraftstoffreich relativ zu dem theoretischen Luft-/Kraftstoff-Verhältnis und die Verbrennungstemperatur am katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 wird auf eine niedrige Temperatur (beispielsweise etwa 600°C) gedrückt. Da diese Temperatur niedriger als die Temperatur ist, welcher die Katalysatoren zu widerstehen vermögen (beispielsweise 900°C), kann eine Beeinträchtigung der Katalysatoren, die durch den katalytischen Verbrennungsabschnitt getragen sind, vermieden werden.

Das den katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 durchsetzende kraftstoffreiche gemischte Gas wird in ein inertes Gas bei hoher Temperatur infolge partieller Oxidation denaturiert, welche durch katalytische Verbrennung am bzw. im katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 hervorgerufen wird.

Sekundärluft wird aus den Sekundärlufteinlaßöffnungen 8 dem Inertgas unter hoher Temperatur zugeführt. Diese Luft wird daraufhin durch den katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 geleitet und darin denaturiert, um sämtlichen verbrennbaren Kraftstoff zu verbrennen. Die Menge an Primär- und Sekundärluft wird relativ zu der Kraftstoffmenge, die dem Verbrennungszyylinder 1 zugeführt wird, derart gewählt, so daß das gesamte Luft/Kraftstoff-Verhältnis in einem Bereich von 17,5 bis 29,2 (Überschußluftfaktor von 1,2 bis 2) erzielt wird. Der Kraftstoff unterliegt dadurch einer perfekten Verbrennung in dem Verbrennungszyylinder 1 stromabwärts von den Sekundärlufteinlaßöffnungen 8 (d. h. in der Verbrennungskammer 16).

Das Verbrennungsgas strömt bei hoher Temperatur ausgehend vom Verbrennungszyylinder 1, führt am Boden des Verbrennungszyinders 1 eine Wende durch und strömt entlang der Innenseite des Abgaszylinders 2, um das heiße Wasser zu heizen, welches in den Heißwasserkanal 5 strömt. Diese Wärme wird durch die Gaswärmeübertragungsrippen 17 übertragen. Das Gas wird zur Außenseite durch das Abgaszylinderaustragloch 19 und das Heißwasserzylinderaustragloch 20 ausgetragen.

Das heiße Wasser wird in den Heißwasserkanal 5 aus der Heißwassereinlaßöffnung 21 geleitet und infolge des Wärmeaustausches mit dem Verbrennungsgas durch die wasserseitigen Wärmeübertragungsrippen 18 erwärmt. Das Wasser strömt daraufhin durch den Heißwasserauslaß 22. Das erwärmte heiße Wasser wird zu einem Heizkern einer Kli-

DE 100 14 092 A 1

13

maanlage durch eine (nicht gezeigte) Heißwasserpumpe übertragen und einem Wärmetausch mit Luft unterworfen, die durch den Heizkern hindurchtritt. Dadurch wird die Fahrgastzelle erwärmt.

Wenn der Betätigungsschalter 41 ausgeschaltet ist, wird die Kraftstoffpumpe 34 sofort gestoppt, um die Zufuhr des Kraftstoffs zu stoppen bzw. zu unterbrechen. Der Betrieb der Luftpumpe 24 wird für eine vorbestimmte Zeit t_4 fortgesetzt, um sämtlichen restlichen Kraftstoff zu verbrennen und einen Betrieb durchzuführen, um das Innere des Verbrennungszyinders 1 abzukühlen (Nachspülvorgang). Wenn die vorbestimmte Zeit t_4 abläuft, wird auch die Pumpe 24 gestoppt, um sämtliche Funktionen zu beenden.

Der Kraftstoffverdampfungsabschnitt 31 und der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 sind beide aufgebaut aus einem mit Energie versorgten Heizkörper, der mehrere Sprühdüsen aufweist, und sie sind so erstellt, daß der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 um den Kraftstoffverdampfungsabschnitt 31 herum angeordnet ist. Der Kraftstoffverdampfungsabschnitt 31 und der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 werden gleichzeitig mit Energie versorgt, um Wärme zu erzeugen, wenn die Verbrennung gestartet wird. Da infolge hiervon der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 im wesentlichen vorerwärmt wurde, wenn der vergaste Kraftstoff den katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 erreicht, kann katalytische Verbrennung rasch im katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 gestartet werden.

Da der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 um den Kraftstoffverdampfungsabschnitt 31 angeordnet ist, wird der Kraftstoffverdampfungsabschnitt 31 durch die Verbrennungswärme erhitzt, wenn die katalytische Verbrennung beginnt. Dies macht die Notwendigkeit zum Heizen des Kraftstoffverdampfungsabschnitts 31 durch Energiezufuhr während der katalytischen Verbrennung unnötig. Das heißt, der Energieverbrauch kann während des stabilen Betriebs bzw. des Dauerbetriebs klein gehalten werden, weil keine Notwendigkeit besteht zum Vergasen des Kraftstoffs während der katalytischen Verbrennung, Energie zuzuführen.

Dieser Aufbau ermöglicht es, den Raum zu verkleinern, der durch den Kraftstoffverdampfungsabschnitt 31 und den katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 eingenommen wird, was zu einer vereinfachten Konstruktion und zu einer Verringerung der Größe der katalytischen Verbrennungsvorrichtung führt.

Da in dem katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 aufgrund einer Knappheit der Luftzufuhr Verbrennung unter niedriger Temperatur stattfindet, kann ein Überhitzen des Katalysators verhindert werden. Dies erlaubt eine stabile katalytische Verbrennung für eine lange Zeitdauer. Der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 weist lediglich eine Stufe auf. Dies erlaubt die Verwendung eines einfachen Aufbaus, bei welchem jeglicher verbrennbare Kraftstoff, der durch die Katalysatoren aktiviert wird, in dem Verbrennungszyinder 1 stromabwärts vom katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 perfekt verbrannt wird. Auch dieses Merkmal erlaubt eine Verringerung der Größe und der Kosten der katalytischen Verbrennungsvorrichtung.

Ein Aufbau wird verwendet, bei welchem Verbrennungsgas und Luft Wärmetausch durch den Außenluftführungszyinder 9 unterworfen sind. Dadurch wird Luft zur Verbrennung erhitzt, und es wird möglich, die Wärme des Verbrennungsgases rückzugewinnen. Der Wirkungsgrad der katalytischen Verbrennungsvorrichtung kann damit verbessert werden.

Fig. 6 und 7 zeigen eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die zweite Ausführungsform besitzt verbesserte Verbrennung startend bei niedriger Temperatur im Vergleich zu der ersten Ausführungsform. Bei der zwei-

14

ten Ausführungsform besitzt ein mit Energie versorgter Heizkörper, welcher den katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 bildet, einen großen Durchmesser. Dieser mit Energie versorgte Heizkörper ist außerdem in dem Primärluftzufuhrkanal 15 als Luftheizabschnitt 44 vorgesehen, wodurch die der Vormischkammer 14 zugeführte Primärluft geheizt wird. Obwohl der Luftheizabschnitt 44 und der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 funktionell unterschiedlich sind, besitzen sie dieselbe Honigwaben-Konfiguration und sie sind mit dem Innenluftführungszyinder 11 durch die periphere Elektrode 39 verbunden.

Infolge hiervon wird durch den Primärluftzufuhrkanal 15 hindurchtretende Luft während des Startvorgangs erhitzt bzw. erwärmt, um seine Mischung mit dem vergasten Kraftstoff in der Vormischkammer 14 zu fördern. Auch dieses verbessert den Verbrennungsstartvorgang.

Fig. 8 zeigt eine dritte Ausführungsform der Erfindung. In Übereinstimmung mit der dritten Ausführungsform ist ein Kraftstoffabsorptionskörper 45, hergestellt aus porösem Metallmaterial, auf dem Boden des Verdampfungszyinders 30 (mit geschlossener Endseite 30a) vorgesehen. Ein Isoliermaterial 46 ist zwischen dem Kraftstoffabsorptionskörper 45 und dem zentralen Elektrodenrohr 29 vorgesehen.

Der Kraftstoffabsorptionskörper 45 besteht aus Metall mit hoher Wärmeleitfähigkeit. Zu diesem Zweck kann Schaummetall, wie etwa Edelstahl bzw. aus Edelstahl oder ein Stapel aus Drahtmaschennetzen, verwendet werden, hergestellt aus wärmebeständigem Metall.

Das Isoliermaterial 46 hält die Isolation zwischen dem Kraftstoffabsorptionskörper 45 und dem zentralen Elektrodenrohr 29 aufrecht. Dieses Material ist aus Asbest oder poröser Keramik hergestellt, welches Material es erlaubt, daß vergaster Kraftstoff problemlos hindurchzudringen vermag. Die poröse Keramik kann als Kraftstoffabsorptionskörper 45 verwendet werden, um das Isoliermaterial 46 unnötig zu machen.

Wenn die Verbrennung startet und die resultierende Hitze bzw. Wärme auf den Kraftstoffabsorptionskörper 45 übertragen wird, wird die Verdampfung des durch den Kraftstoffabsorptionskörper 45 absorbierten Kraftstoffs gefördert. Dies wiederum ermöglicht es, die Vergasungsfähigkeit des Vergasers 7 zu verbessern.

Fig. 9 zeigt eine vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In Übereinstimmung mit der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erstreckt sich der durchmesserklare Zylinder 1a des Verbrennungszyinders 1 in stromaufwärtiger Richtung, um einen zylindrischen Körper 1d um die Vormischkammer 14 bereitzustellen. Infolge hiervon wird der Vormischkammer 14 aus dem Primärluftzufuhrkanal 15 zugeführte Primärluft zur stromaufwärtigen Seite der Vormischkammer 14 geführt. Infolge hiervon führt die Primärluft am oberen Ende des zylindrischen Körpers 1d eine Kehre bzw. Wende durch, um in die Vormischkammer 14 zu strömen. Dies verbessert das Mischen der Primärluft mit dem Kraftstoff in der Vormischkammer 14, wodurch Unregelmäßigkeit bei der Verbrennung in dem katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 verhindert wird.

Fig. 10 zeigt eine fünfte Ausführungsform der Erfindung. In Übereinstimmung mit der fünften Ausführungsform erstreckt sich der zylindrische Körper 1d in Kontakt mit der Endplatte 23. Mehrere Düsenlöcher 47 sind auf dem zylindrischen Körper 1d vorgesehen, um die Endplatte 23 zu verschließen. Die Düsenlöcher 47 begrenzen bzw. beschränken die Luftströmung, wodurch die Primärluft der Mischkammer 14 mit hoher Geschwindigkeit zugeführt wird. Infolge hiervon wird der Mischvorgang in der Vormischkammer 14 verbessert, wodurch eine verbesserte Verbrennung bereitge-

DE 100 14 092 A 1

15

stellt wird.

Fig. 11 zeigt eine sechste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In Übereinstimmung mit der sechsten Ausführungsform ist eine Ablenkführung 48 (die einem Wirbelstromerzeugungsmittel entspricht) zwischen dem Körper zum Richten der von den Düsenlöchern 47 zugeführten Primärluft mit hoher Geschwindigkeit in tangentialer Richtung relativ zu der Luftströmung in den Primärluftzufuhrkanal 15 angebracht. Dies führt zur Erzeugung einer Wirbelströmung in der Primärluft, die der Vormischkammer 14 zugeführt wird. Da diese Wirbelströmung in der Vormischkammer 14 erzeugt wird, kann das Mischen der Primärluft mit dem Kraftstoff in der Vormischkammer 14 verbessert werden, um eine günstige Verbrennung zu ermöglichen.

Fig. 12 zeigt eine siebte Ausführungsform der Erfindung. In Übereinstimmung mit der siebten Ausführungsform ist der Durchmesser des zylindrischen Körpers 1d in einem Bereich anschließend an die Endplatte 23 verkleinert, wodurch die Verwirbelungsgeschwindigkeit in der Vormischkammer 14 vergrößert wird. Die Düsenlöcher 47 sind in Gegenüberlagebeziehung mit dem vergastem Kraftstoff vorgesehen, der von dem Verdampfungszyylinder 30 eingespritzt wird. Dies ermöglicht es, das Mischen der Primärluft mit dem Kraftstoff in der Vormischkammer 14 zu verbessern, wodurch eine günstige Verbrennung bereitgestellt wird.

Fig. 13 zeigt eine achte Ausführungsform der Erfindung. In Übereinstimmung mit der achten Ausführungsform ist das vorstehend erläuterte Isoliermaterial 28c entfernt, um einen Spalt zwischen dem Verdampfungszyylinder 30 und dem zentralen Elektrodenrohr 29 bereitzustellen. Dieser Spalt erstreckt sich entlang dem gesamten Umfang des zentralen Elektrodenrohrs 29. Der Spalt dient als Kraftstoffeinspritzloch 32 zum Einspritzen des vergastem Kraftstoffs, und der durch den Vergaser 7 vergastem Kraftstoff wird entlang dem gesamten Umfang gleichmäßig verteilt. Dies ermöglicht es, das Mischen der Primärluft mit dem Kraftstoff in der Vormischkammer 14 zu verbessern, wodurch eine günstige Verbrennung ermöglicht wird.

Fig. 14 zeigt eine neunte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In Übereinstimmung mit der neunten Ausführungsform sind Rippen 49 auf den Innen- und Außenseiten des Außenluftzufuhrkanals 9 vorgesehen. Die äußere Führung 9 trennt den Verbrennungsgaskanal 4 von dem Außenluftzufuhrkanal 10 (was äquivalent zu einer Membran ist). Die Rippen 49 zum Wärmetausch auf dem Außenluftzufuhrkanal 9 sind zwischen den Verbrennungsgaskanal 4 und dem Außenluftzufuhrkanal 10 angeordnet. Die Rippen 49 erfüllen ihre Funktion sowohl für den Verbrennungsgaskanal 4 wie für den Außenluftzufuhrkanal 10. Deshalb kann die Vorheizwirkung der Luft zusätzlich verbessert werden.

Fig. 15 zeigt eine zehnte Ausführungsform der Erfindung. In Übereinstimmung mit der zehnten Ausführungsform ist eine Ablenkführung 50 (entsprechend einem Wirbelstromerzeugungsmittel) in der Verbrennungskammer 1 angebracht. Die Ablenkführung 50 richtet die Sekundärluft, die aus den Sekundärlufteinlaßöffnungen 8 zugeführt wird, in tangentialer Richtung, um eine Wirbelströmung in der dem Verbrennungszyylinder 1 zugeführten Sekundärluft zu erzeugen.

Da der Verbrennungskammer 16 Wirbelströmung zugeführt wird, ist das Mischen der Primärluft mit dem verbrennbaren Kraftstoff während der abschließenden Verbrennung verbessert, wodurch der Verbrennungswirkungsgrad verbessert ist. Darüber hinaus verursacht die Wirbelströmung des Verbrennungsgases, daß ein Teil des Verbrennungsgases in den Sekundärverbrennungsabschnitt strömt, wodurch die

16

Emission des Abgases durch einen EGR-Effekt verringert wird.

Da die sekundäre Verbrennung verwirbelt stattfindet, kann die Verbrennungslänge der sekundären Verbrennung verringert werden, was zu einer verringerten Größe der katalytischen Verbrennungsvorrichtung führt.

Fig. 16 bis 18 zeigen eine elfte Ausführungsform der Erfindung. In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform ist ein Hochtemperaturheizabschnitt 51, der auf hohe Temperatur erwärmt bzw. erhitzt wird (und dem Hochtemperaturabschnitt entspricht) im Innern des mit Energie versorgten Heizkörpers vorgesehen, der den katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 bildet. Ein Niedertemperaturheizabschnitt 52, der dem restlichen Abschnitt entspricht, ist um den Hochtemperaturheizabschnitt 51 vorgesehen. Der Hochtemperaturheizabschnitt 51 und der Niedertemperaturheizabschnitt 52 sind voneinander getrennt.

Der mit Energie versorgte Heizkörper, welcher den katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 bildet, umfaßt mehrere Windungen bzw. Wicklungen eines bandförmigen Heizkörpers 38, gebildet durch Biegen eines flachen Blechs 38a und eines gewellten Blechs 38b, wie bei der ersten Ausführungsform erläutert.

Der Hochtemperaturheizabschnitt 51 ist mit einer geringen Anzahl von (beispielsweise zwei, aber auch aus einem) bandförmigen Heizkörpern 28 gebildet, die parallel geschaltet und um den Verdampfungszyylinder 30 gewickelt bzw. geschlungen sind. Die Peripherie bzw. der Umfang des Hochtemperaturheizabschnitts 51 ist mit einer Zwischenelektrode 54 verbunden. Die bandförmigen Heizkörper 38 werden gebildet, indem eine dünne Isolationsschicht aus Aluminiumoxid oder dergleichen auf den Oberflächen eines Paares von Metallfolien (mit einer Dicke von beispielsweise 50 µm) gebildet werden. Beispielsweise kann es sich bei den bandförmigen Heizkörpern 38 um ein flaches Blech 38a und ein gewelltes Blech 38b handeln, die aus Edelstahl vom Fe-Cr-Al-Ferrit-Typ hergestellt sind und Wärme aufgrund von Energiezufuhrwiderstand erzeugen. Katalysatoren können auf die Folien aufgetragen sein, einschließlich Pt und Pd. Die Katalysatoren sind nicht unbedingt erforderlich, weil der Hochtemperaturheizabschnitt 51 das Zünden primär bereitstellt.

Der Niedertemperaturheizabschnitt 52 ist durch eine große Anzahl von (beispielsweise fünf) bandförmigen Heizkörpern 38 gebildet, die parallel geschaltet und um die Zwischenelektrode 54 gewickelt bzw. geschlungen sind. Die Peripherie bzw. der Umfang des Niedertemperaturheizabschnitts 52 ist mit der peripheren Elektrode 39 verbunden. Die bandförmigen Heizkörper 38 in dem Niedertemperaturheizabschnitt 51 sind erstellt durch Bilden einer dünnen Isolationsschicht aus Aluminiumoxid oder dergleichen auf der Oberfläche eines Paares von Metallfolien (mit einer Dicke von beispielsweise 50 µm). Beispielsweise können ein flaches Blech 38a und ein gewelltes Blech 38b verwendet werden, die aus Edelstahl vom Fe-Cr-Al-Ferrit-Typ hergestellt sind, und die Wärme aufgrund von Energiezufuhrwiderstand erzeugen. Katalysatoren, wie etwa Pt und Pd, sind auf den Folien angebracht.

Der Hochtemperaturheizabschnitt 51 und der Niedertemperaturheizabschnitt 52 sind in Reihe geschaltet. Wenn über den Verdampfungszyylinder 30 eine Spannung angelegt wird, wird der resultierende Strom zwischen den zwei bandförmigen Heizkörpern 38 in dem Hochtemperaturheizabschnitt 51 im Nebenschluß geleitet. Der Strom wird außerdem im Nebenschluß zwischen den fünf bandförmigen Heizkörpern 38 in dem Niedertemperaturheizabschnitt 52 geführt. Die Höhe des durch einen bandförmigen Körper 38 fließenden Stroms, der einen Teil des Hochtemperaturheizabschnitts 51 bildet,

DE 100 14 092 A 1

17

ist größer als diejenige des Stroms, der durch einen bandförmigen Heizkörper 38 fließt, der einen Teil des Niedertemperaturheizabschnitts 52 bildet. Infolge hiervon wird der Hochtemperaturheizabschnitt 51 auf eine höhere Temperatur geheizt als der Niedertemperaturheizabschnitt 52.

Die Arbeitsweise der vorliegenden Ausführungsform wird nunmehr erläutert. Wenn ein (nicht gezeigter) Betätigungsschalter eingeschaltet wird, um die Energiezufuhr zu starten, wird der Hochtemperaturheizabschnitt 51 auf eine Temperatur höher als diejenige des Niedertemperaturheizabschnitts 52 geheizt. Wie in Fig. 18 gezeigt, unterliegt der Hochtemperaturheizabschnitt 51 einer Temperaturerhöhung, wie durch die durchgezogene Linie A dargestellt, die rascher verläuft als die Erhöhung bzw. der Anstieg des Niedertemperaturheizabschnitts 52, wie durch die durchgezogene Linie B dargestellt.

Zu Beginn der Energiezufuhr wird der Hochtemperaturheizabschnitt 51 rascher als die übrigen Bereiche erwärmt bzw. geheizt. Das durch den Hochtemperaturheizabschnitt 51 hindurchtretende gemischte Gas wird rascher erwärmt als das gemischte Gas, welches durch den Niedertemperaturheizabschnitt 52 hindurchtritt. Dies beruht auf partieller Oxidation, durch welche Zündverbrennungstemperatur früher erreicht wird.

Wenn das gemischte Gas, welches durch den Hochtemperaturheizabschnitt 51 getreten ist, die Zündverbrennungstemperatur erreicht, beginnt die Gasphasenverbrennung sofort durch Luft für die Sekundärverbrennung, die von den Sekundärlufteinlässen 8 in die Verbrennungskammer 16 gefördert wird.

In Übereinstimmung mit der elften Ausführungsform und wie aus der vorstehenden Erläuterung hervorgeht, wird der Hochtemperaturheizabschnitt 51 rascher als der Niedertemperaturheizabschnitt 52 geheizt. Katalytische Reaktion startet dadurch in dem Hochtemperaturheizabschnitt 51 früher, was zu einer Zündung führt, die vor derjenigen im Niedertemperaturheizabschnitt 52 liegt. Dies ermöglicht es, die katalytische Verbrennungsvorrichtung innerhalb kurzer Zeit zu starten und den Energieverbrauch beim Startvorgang zu verringern.

Fig. 19 zeigt eine zwölfte Ausführungsform der Erfindung. Während die elfte Ausführungsform ein Beispiel betrifft, bei welchem der Hochtemperaturheizabschnitt 51 in zumindest einem Teil des katalytischen Verbrennungsabschnitts 6 vorgesehen ist, um partielle katalytische Reaktion zu fördern, sind in Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform die Reaktionsförderabschnitte 61 im stromaufwärtigen Teil der bandförmigen Heizkörper 38 vorgesehen, welche dem katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 (in Fig. 19 die unteren schraffierten Bereiche) bilden. Zündabschnitte 62 (in Fig. 19 die oberen schraffierten Bereiche) sind stromabwärts von den Reaktionsförderabschnitten 61 vorgesehen. Die Reaktionsförderabschnitte 61 erreichen rasch Temperaturen gleich oder höher als eine Reaktionsstarttemperatur (beispielsweise 300°C) der getragenen bzw. aufgetragenen Katalysatoren, wenn Energie zugeführt wird. Die Zündabschnitte erreichen darüber hinaus rasch eine Temperatur gleich oder höher als eine Temperatur, die zum Zünden geeignet ist (beispielsweise im Bereich von 700 bis 800°C), wenn Energie zugeführt wird.

Wie in Fig. 19 gezeigt, sind die Reaktionsförderabschnitte 61 und die Zündabschnitte 62 gebildet, indem innere Bereiche des flachen Blechs 38a durchstanzt sind, welches einen Teil des bandförmigen Heizkörpers 38 bildet, um Durchgangslöcher 63 bereitzustellen. Durch Bereitstellen der Durchgangslöcher 63 in inneren Bereichen des flachen Blechs 38a fließt durch das flache Blech 38a fließender Strom zu den Reaktionsförderabschnitten 61 auf der strom-

18

aufwärtigen Seite und den Zündabschnitten 62 auf der stromabwärtigen Seite. Die Temperaturen der an bzw. in den Reaktionsförderabschnitten 61 und den Zündabschnitten 62 erzeugten Wärme sind jeweils bestimmt durch die axiale Länge L1 und die Breite W1 der Reaktionsförderabschnitte 61 und die axiale Länge L2 und die Breite W2 der Zündabschnitte 62.

Die Durchgangslöcher bei dieser Ausführungsform besitzen T-Form. Die Reaktionsförderabschnitte 61 sind stromaufwärts von Ausschnitten 63a in der Breitenrichtung senkrecht zur axialen Richtung der stromaufwärtigen Seite gebildet. Die Zündabschnitte 62 sind ebenfalls stromabwärts von Ausschnitten 63b in der Richtung der Breite entlang der axialen Richtung auf der stromabwärtigen Seite gebildet.

Bei dieser Ausführungsform ist die Breite W1 der Reaktionsförderabschnitte 61 größer gewählt als die Breite W2 der Zündabschnitte 62. Die axiale Länge L1 der Reaktionsförderabschnitte 61 ist größer gewählt als die axiale Länge L2 der Zündabschnitte 62. Dies führt im wesentlichen zum selben Energieerzeugungswiderstand der Reaktionsförderabschnitte 61 und der Zündabschnitte 62. Bei einer derartigen Konfiguration erreichen die Reaktionsförderabschnitte 61 rasch eine Temperatur von 300°C oder mehr, wenn sie mit Energie versorgt werden, und die Zündabschnitte 62 erreichen rasch eine Temperatur von 700°C oder mehr.

Die Durchgangslöcher 63 sind in geeigneter Anzahl und mit geeigneten Abständen in der Wickelrichtung des flachen Blechs 38a vorgesehen. Die Durchgangslöcher 63 können auf dem gewellten Blech 38b in ähnlicher Weise vorgesehen sein wie auf dem flachen Blech 38a. Es ist bevorzugt, daß eine große Anzahl von Reaktionsförderabschnitten 61 im wesentlichen gleichmäßig angeordnet sind, betrachtet ausgehend von der stromaufwärtigen Seite des katalytischen Verbrennungsabschnitts 6. Infolge hiervon sind die Zündabschnitte 62 auf der stromabwärtigen Seite des katalytischen Verbrennungsabschnitts 6 ebenfalls im wesentlichen gleichmäßig angeordnet.

Die Arbeitsweise dieser Ausführungsform wird nunmehr erläutert. Wenn ein (nicht gezeigter) Betätigungsschalter eingeschaltet wird, um an den katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 eine Spannung anzulegen, erzeugen die Reaktionsförderabschnitte 61 und die Zündabschnitte 62 Wärme früher als die übrigen Bereiche. Das gemischte Gas, welches die Reaktionsförderabschnitte 61 durchsetzt, wird durch die Katalysatoren partiell oxidiert. Das gemischte Gas, das in den Reaktionsförderabschnitten 61 partiell oxidiert wurde, erreicht eine Zündtemperatur, wenn es die Zündabschnitte 62 durchsetzt.

Da das gemischte Gas, welches den Zündabschnitt 62 durchsetzt hat, dadurch Zündverbrennungstemperatur erreicht, startet Gasphasenverbrennung sofort durch die Luft für die Sekundärverbrennung, die ausgehend von den Sekundärlufteinlaßöffnungen 8 zu der Verbrennungskammer 16 gefördert wird. Daraufhin tritt eine induzierte Zündung im gemischten Gas auf, das die übrigen Bereiche des Zündabschnitts 62 durchsetzt hat.

Da in Übereinstimmung mit der zwölften Ausführungsform und wie aus vorstehend angeführter Erläuterung hervorgeht, die Reaktionsförderabschnitte 61, welche eine katalytische Reaktionstemperatur erreichen, wenn sie mit Energie versorgt werden, auf der stromaufwärtigen Seite des katalytischen Verbrennungsabschnitts 6 vorgesehen sind, werden die Reaktionsförderabschnitte 61 früher erhitzt als die übrigen Bereiche zu Beginn des Betriebs. Dies führt zu einer früheren katalytischen Reaktion in den Reaktionsförderabschnitten 61. Das gemischte Gas, welches infolge einer Reaktion mit den Katalysatoren beschleunigt einer Oxi-

DE 100 14 092 A 1

19

dation unterzogen wird, wird in die Zündabschnitte 62 geleitet. Der Zündabschnitt 62 erreicht rasch die Zündtemperatur, wenn er mit Energie versorgt wird, und das gemischte Gas, das der Oxidation unterliegt, wird in die Zündabschnitte 62 geleitet. Infolge hiervon wird die Zündung erleichtert. Die Zündabschnitte 62 halten die Flamme, wärmen die Katalysatoren in den übrigen Bereichen und fördern katalytische Reaktionen in den übrigen Bereichen. Da lokalisierte Zündung in kurzer Zeit erzeugt wird, kann unmittelbar nach dem Beginn des Betriebs die katalytische Verbrennungsvorrichtung in kurzer Zeit gestartet werden. Der Energieverbrauch während des Startvorgangs ist damit verringert.

Da die Zündabschnitte 62 und die Reaktionsförderabschnitte 61 durch Vorsehen von Durchgangslöchern 63 auf den flachen Blechen 38a gebildet sind, können die Zündabschnitte 62 und die Reaktionsförderabschnitte 61 problemlos hergestellt werden. Katalytische Verbrennungsvorrichtungen mit derartigen Zündabschnitten 62 und Reaktionsförderabschnitten 61 können deshalb mit niedrigen Kosten zur Verfügung gestellt werden.

Fig. 20 zeigt eine dreizehnte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Fig. 16 bis 18 zeigen eine elfte Ausführungsform der Erfindung. Die zwölfte Ausführungsform betrifft ein Beispiel, bei welchem die Reaktionsförderabschnitte 61 und die Zündabschnitte 62 jeweils auf stromaufwärtigen und stromabwärtigen Seiten eines flachen Blechs 38a durch Vorsehen T-förmiger Durchgangslöcher 63 in diesem gebildet sind. In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform sind dreieckige Durchgangslöcher 63 in dem flachen Blech 38 vorgesehen, wie in Fig. 20 gezeigt, um Reaktionsförderabschnitte 61 und Zündabschnitte 62 auf seinen stromaufwärtigen und stromabwärtigen Seiten zu bilden.

Bei dieser Ausführungsform ist die Breite W1 der Reaktionsförderabschnitte 61 größer gewählt als die Breite W2 der Zündabschnitte 62. In ähnlicher Weise ist die axiale Länge L1 der Reaktionsförderabschnitte 61 größer gewählt als die axiale Richtung bzw. Länge L2 der Zündabschnitte 62. Dies führt im wesentlichen zum selben Energiezufuhrwiderstand der Reaktionsförderabschnitte 61 und der Zündabschnitte 62. Außerdem werden dadurch Zündabschnitte mit einer Stromflußdichte bereitgestellt, die höher ist als diejenige in den Reaktionsförderabschnitten 61. Infolge hiervon erreichen die Reaktionsförderabschnitte 61 und die Zündabschnitte 62, wenn ihnen Energie zugeführt wird, 300°C bzw. 700°C.

Fig. 21 und 22 zeigen eine vierzehnte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bezugswerten, die denjenigen der vorstehend erläuterten Ausführungsformen entsprechen, bezeichnen Teile mit ähnlichen Funktionen.

Während die zwölfte und dreizehnte Ausführungsform Beispiele betrifft, bei welchen Reaktionsförderabschnitte 61 auf der stromaufwärtigen Seite des katalytischen Verbrennungsabschnitts 6 vorgesehen sind, ist ein Reaktionsförderabschnitt 61 gemäß der vorliegenden Ausführungsform in der Längsrichtung eines Sprühlochs des katalytischen Verbrennungsabschnitts 6 (zwischen dem flachen Blech 38a und dem gewellten Blech 38b vorgesehener Kanal) vorgesehen, wie in Fig. 21 gezeigt.

Der Reaktionsförderabschnitt 61 gemäß der vorliegenden Ausführungsform vermindert die Breite von entweder dem flachen Blech 38a oder dem gewellten Blech 38b, welche einen bandförmigen Heizkörper 38 bilden. Dies erhöht den elektrischen Widerstand desselben lokal. In Übereinstimmung mit der Ausführungsform und wie in Fig. 22 gezeigt, ist ein tiefer stromaufwärtiger Ausschnitt 61a in einen Teil der stromaufwärtigen Seite des bandförmigen Heizkörpers 38 vorgesehen. In ähnlicher Weise ist ein tiefer stromabwärtiger Ausschnitt 61b auch in einem Teil der stromabwärtigen

20

Seite benachbart zu dem stromaufwärtigen Ausschnitt 61a vorgesehen. Schließlich ist ein Reaktionsförderabschnitt 61 entlang der Längsrichtung des Sprühlochs in einem Bereich gebildet, der durch den stromaufwärtigen Ausschnitt 61a und den stromabwärtigen Ausschnitt 61b sandwichartig umschlossen ist.

Die Arbeitsweise dieser Ausführungsform wird nunmehr erläutert. Wenn ein (nicht gezeigter) Betätigungsschalter eingeschaltet wird, um an den katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 Spannung anzulegen, wird der katalytische Verbrennungsabschnitt 6 rascher als die übrigen Bereiche geheizt bzw. erwärmt. Durch das Sprühloch hindurchtretendes Gas, welches den Reaktionsförderabschnitt 61 enthält, wird durch Katalysatoren aktiviert, die in dem Sprühloch enthalten bzw. getragen sind. Das gemischte Gas wird im übrigen infolge von Selbstaktivierung aktiviert, verursacht durch Wärme auf der Heizfläche des Sprühlochs anstatt durch eine katalytische Reaktion. Das gemischte Gas, welches derart den Reaktionsförderabschnitt 61 durchsetzt hat, um sofort aktiviert zu werden, unterliegt einer Gasphasenverbrennung aufgrund der Luft für die Sekundärverbrennung, die ausgehend von den Sekundärlufteinlaßöffnungen 8 gefördert wird.

In Übereinstimmung mit der vorliegenden Ausführungsform ist durch Vorsehen des Reaktionsförderabschnitts 61 in der Längsrichtung des Sprühlochs die Zeit, die erforderlich ist, damit gemischtes Gas durch den Reaktionsförderabschnitt 61 hindurchtritt, vergrößert. Das heißt, das gemischte Gas verbleibt über eine relativ lange Zeit in dem Reaktionsförderabschnitt 61. Dies fördert das Heizen und Aktivieren des gemischten Gases, um die Zündung des gemischten Gases zu verbessern, welches durch den Reaktionsförderabschnitt 61 hindurchgetreten ist.

Fig. 23 zeigt eine fünfzehnte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die fünfzehnte Ausführungsform betrifft ein Beispiel, bei welchem ein Reaktionsförderabschnitt 61 die Breite des bandförmigen Heizkörpers 38 verringert, um seinen elektrischen Widerstand lokal zu vergrößern. Der Reaktionsförderabschnitt 61 gemäß dieser Ausführungsform verringert die Dicke von entweder dem flachen Blech 38a oder dem gewellten Blech 38b oder von beiden, welche einen bandförmigen Heizkörper 38 bilden, um den elektrischen Widerstand desselben lokal zu vergrößern. Insbesondere ist ein flaches Blech 38a gemäß der vorliegenden Ausführungsform vorgesehen durch Verbinden von zwei Metallbändern. Ein Reaktionsförderabschnitt 61 (in Fig. 23 ein schraffierter Abschnitt) bildet einen willkürlichen Bereich, dessen Dicke verringert ist, indem eine der Schichten entfernt bzw. nicht vorgesehen ist.

Bei einem derartigen Aufbau, bei welchem die Dicke des flachen Blechs 38a lokal verringert ist, um den Reaktionsförderabschnitt 61 bereitzustellen, kann das Teil problemlos hergestellt werden, ohne die Formen des flachen Blechs 38a und des gewellten Blechs 38b kompliziert zu machen.

Fig. 24 und 25 zeigen eine sechzehnte Ausführungsform der Erfindung. In einem Reaktionsförderabschnitt 61 gemäß dieser Ausführungsform ist ein Teil einer stromaufwärtigen Seite eines bandförmigen Heizkörpers 38 geschnitten bzw. durchschnitten, um einen stromabwärtigen Heizabschnitt 61c zu bilden, der auf eine höhere Temperatur als die übrigen Bereiche auf der stromabwärtigen Seite des bandförmigen Heizkörpers 38 geheizt bzw. erwärmt wird. Ein Teil einer stromabwärtigen Seite eines weiteren bandförmigen Körpers 38 ist geschnitten bzw. durchschnitten, um einen stromaufwärtigen Heizabschnitt 61d bereitzustellen, der auf eine höhere Temperatur als die übrigen Bereiche auf einer stromaufwärtigen Seite des bandförmigen Heizkörpers 38 geheizt wird. Der stromabwärtige Heizabschnitt 61c und der

DE 100 14 092 A 1

21

stromaufwärtige Heizabschnitt 61d überlappen einander durch Wickeln der bandförmigen Heizkörper 38 zur Bildung eines Hochtemperaturheizabschnitts, der sich in der Längsrichtung eines Sprühlochs erstreckt.

Da der stromabwärtige Heizabschnitt 61c und der stromaufwärtige Heizabschnitt 61d Ausschnitte auf unterschiedlichen bandförmigen Heizkörpern 38 aufweisen, kann der Aufbau der bandförmigen Heizkörper 38 im Vergleich zu demjenigen bei der vierzehnten Ausführungsform vereinfacht werden. Dies erleichtert es, dieses Teil herzustellen. Da die zu schneidende Konfiguration einfach ist, können die Herstellungskosten verringert werden.

Fig. 26 und 27 zeigen eine siebzehnte Ausführungsform der Erfindung. Diejenigen Bezugswerte, welche dieselben sind wie bei den vorstehend erläuterten Ausführungsformen, bezeichnen Teile mit ähnlichen Funktionen.

Die zwölften und dreizehnten Ausführungsformen betreffen ein Beispiel, bei welchem der Zündabschnitt 62 stromabwärts von dem katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 vorgesehen ist. Ein Zündabschnitt 62 gemäß dieser Ausführungsform ist so vorgesehen, daß er in die Verbrennungskammer 16 stromabwärts von dem katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 vorsteht, wie in Fig. 26 gezeigt. Der Zündabschnitt 62 ist durch teilweises Verringern der Breite des bandförmigen Heizkörpers 38 oder durch Verringern der Dicke von entweder dem flachen Blech 38a oder dem gewellten Blech 38b bereitgestellt, die den bandförmigen Heizkörper 38 bilden, um den elektrischen Widerstand desselben lokal zu vergrößern.

Wie in Fig. 27 gezeigt, ist der Zündabschnitt 62 dieser Ausführungsform bereitgestellt durch teilweises Verringern der Breite des bandförmigen Heizkörpers 38, und der verengte Zündabschnitt 62 ist derart angeordnet, daß er in die stromabwärtige Seite des katalytischen Verbrennungsabschnitts 62 vorsteht.

Die Arbeitsweise dieser Ausführungsform wird nunmehr erläutert.

Wenn der (nicht gezeigte) Betätigungsschalter eingeschaltet wird, um an den katalytischen Verbrennungsabschnitt 6 eine Spannung anzulegen, wird der Zündabschnitt 6 rascher geheizt als die übrigen Bereiche. Zu diesem Zeitpunkt kann sich das gemischte Gas, das dem Sprühloch zugeführt wird, in welchem der Zündabschnitt 62 gebildet ist, in einem schlechten Mischzustand befinden. Die dem Sprühloch des Zündabschnitts 62 zugeführten gemischten Gase können deshalb kein zur Zündung geeignetes Luft/Kraftstoff-Verhältnis aufweisen.

Der Zündabschnitt 62 ist einer großen Menge an gemischtem Gas ausgesetzt, welches durch die Sprühlöcher hindurchgetreten ist, weil der Zündabschnitt 62 in die Verbrennungskammer 16 vorsteht. Das gemischte Gas, welches den Zündabschnitt 62 kontaktiert, wird deshalb durch den Mischungsprozess vor der Sprühströmung bzw. vor dem Sprühstrom nicht beeinträchtigt. Das heißt, das gemischte Gas, welches den Zündabschnitt 62 kontaktiert, ist zu einem großen Teil ein gemischtes Gas, welches eine große Anzahl von Sprühlöchern durchsetzt hat, und das gemischte Gas befindet sich in einem bevorzugten Bewegungszustand, der ein stabiles Zünden am Zündabschnitt 62 erlaubt. Die Verbrennung, welche am Zündabschnitt 62 auftritt, ruft eine induzierte Zündung von gemischtem Gas in der Nachbarschaft hervor.

Da in Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform und wie aus vorstehender Erläuterung hervorgeht, der Zündabschnitt 62 in die Verbrennungskammer 6 hineinsteht, ist der Zündabschnitt 62 einer großen Menge an gemischtem Gas ausgesetzt, welches durch eine große Anzahl von Sprühlöchern hindurchgetreten ist. Das gemischte Gas, welches den

22

Zündabschnitt 62 kontaktiert, wird deshalb durch den Mischzustand vor einem Hindurchtritt bzw. einem einmaligen Hindurchtritt nicht beeinträchtigt. Das heißt, eine große Menge bzw. ein großer Anteil des gemischten Gases, welches das bevorzugte Luft/Kraftstoff-Verhältnis aufweist, wird dem Zündabschnitt 62 selbst dann zugeführt, wenn das gemischte Gas, welches dem Sprühloch mit dem Zündabschnitt 62 zugeführt ist, sich in einem schlechten Mischzustand befindet, was eine stabile und rasche Zündung erlaubt.

Fig. 28 und 29 zeigen eine achtzehnte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform ist ein Hochtemperaturheizabschnitt 51 vorgesehen, bei welchem es sich um einen Bereich handelt, dessen elektrischer Widerstand vergrößert ist, beispielsweise durch Verringern der Anzahl von Windungen des bandförmigen Heizkörpers 38. Bei dem Niedertemperaturheizabschnitt 52 handelt es sich um einen Bereich, dessen elektrischer Widerstand verringert ist, beispielsweise durch Erhöhen der Anzahl von Windungen des bandförmigen Heizkörpers 38. Der Hochtemperaturheizabschnitt 51 ist zur stromabwärtigen Seite des Niedertemperaturheizabschnitts 52 derart verschoben, daß das stromabwärtige Ende des Hochtemperaturheizabschnitts 51 in die Verbrennungskammer 16 vorsteht. Durch eine derartige Anordnung dient der vorstehende Abschnitt auf der stromabwärtigen Seite des Hochtemperaturheizabschnitts 51 als Zündabschnitt 62, um dieselbe Wirkung bereitzustellen wie bei der siebzehnten Ausführungsform.

Eine derartige Anordnung führt außerdem nicht zu einem komplizierten Aufbau, bei welchem ein Teil des bandförmigen Heizkörpers 38 stromabwärts vorsteht, wie in der siebzehnten Ausführungsform erläutert. Dies erleichtert die Konstruktion und erlaubt eine Herstellung bei niedrigen Kosten.

Fig. 30 und 31 zeigen eine neunzehnte Ausführungsform der Erfindung. In Übereinstimmung mit dieser Ausführungsform ist ein stromaufwärtiger Teil des bandförmigen Heizkörpers 38 des Hochtemperaturheizabschnitts 51 gemäß der achtzehnten Ausführungsform ausgeschnitten und ein Zündabschnitt 62 mit einem lokal vergrößerten elektrischen Widerstand ist stromabwärts von diesem vorgesehen. Durch eine derartige Anordnung ist der Zündabschnitt 62 am vorstehenden Abschnitt auf der stromabwärtigen Seite gebildet, wodurch dieselbe Wirkung bereitgestellt wird wie bei der siebzehnten Ausführungsform.

Eine derartige Anordnung führt außerdem nicht zu einem komplizierten Aufbau, bei welchem ein Teil des bandförmigen Heizkörpers 38 stromabwärts vorsteht, wie in der siebzehnten Ausführungsform erläutert, und stromabwärtige Ränder der bandförmigen Heizkörper 38 können miteinander ausgerichtet werden. Dies erleichtert die Herstellung und erlaubt eine Herstellung bei niedrigen Kosten. Außerdem kann Energie eingespart werden, weil Wärme lokal erzeugt wird.

Während die vorstehend erläuterten Ausführungsformen Beispiele betreffen, bei welchen eine katalytische Verbrennungsvorrichtung in einem Heißwasserheizgerät eines Kraftfahrzeugs verwendet wird, kann die Erfindung auch auf andere Verbrennungsvorrichtungen, wie etwa Gebläseheizer angewendet werden.

Während die zwölften und dreizehnten Ausführungsformen ein Beispiel eines katalytischen Verbrennungsabschnitts 6 betreffen, der sowohl einen Reaktionsförderabschnitt 61 wie einen Zündabschnitt 62 aufweist, kann ein katalytischer Verbrennungsabschnitt 6 mit entweder einem Zündabschnitt 62 und einem Reaktionsförderabschnitt 61 ebenfalls verwendet werden.

DE 100 14 092 A 1

23

Patentansprüche

1. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion, aufweisend einen Vergaser (7) mit einem Kraftstoffverdampfungsabschnitt (31) zum Vergasen von flüssigem Kraftstoff, und einem katalytischen Verbrennungsabschnitt (6) zum Hervorrufen katalytischer Verbrennung des durch den Vergaser (7) vergasten gasförmigen Kraftstoffs, **dadurch gekennzeichnet**, daß
 5 der Kraftstoffverdampfungsabschnitt (31) und der katalytische Verbrennungsabschnitt (6) eine große Anzahl von Sprühdüsen aufweisen und in einem Block aus einem mit Energie versorgten Heizkörper gebildet sind, der in der Lage ist, mit Energie versorgt zu werden, um Wärme zu erzeugen, und
 10 der Kraftstoffverdampfungsabschnitt (31) und der katalytische Verbrennungsabschnitt (6) durch einen Verdampfungszyylinder (30) getrennt sind, welcher den Kraftstoffverdampfungsabschnitt (31) abdeckt.
 2. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der katalytische Verbrennungsabschnitt (6) durch Laden bzw. Anbringen von Katalysatoren auf einer Oberfläche des mit Energie versorgten Heizkörpers
 25 gebildet ist.
 3. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Vergaser (7) einen Verdampfungszyylinder (30) aufweist, welchem flüssiger Kraftstoff zugeführt wird, und einen Kraftstoffverdampfungsabschnitt (31), der in dem Verdampfungszyylinder (30) vorgesehen ist, wobei der Verdampfungsabschnitt (31) mit Energie versorgt wird, um Wärme zu erzeugen.
 30 4. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Vergaser (7) ein zentrales Elektrodenrohr (29) zum Zuführen von Energie bzw. Strom aufweist, wobei das zentrale Elektrodenrohr (29) flüssigen Kraftstoff dem Verdampfungszyylinder (30) und dem Kraftstoffverdampfungsabschnitt (31) zuführt,
 40 ein Ende des Verdampfungszyinders (30) eine zu einer Verbrennungskammer (16) stromabwärts von dem katalytischen Verbrennungsabschnitt (6) weisende geschlossene Endseite aufweist, wobei ein Kraftstoffeinspritzloch (32) am anderen Ende des Verdampfungszyinders (30) zum Einleiten von darin vergastem Kraftstoff in eine Vormischkammer (14) stromaufwärts von dem katalytischen Verbrennungsabschnitt (6) versehen
 50 ist, und
 ein offenes Ende des zentralen Elektrodenrohrs (29), das in dem Verdampfungszyylinder (30) angeordnet ist, sich in Gegenüberlagebeziehung zu der geschlossenen Endseite des Verdampfungszyinders (30) befindet,
 55 wobei das zentrale Elektrodenrohr (39) von der geschlossenen Endseite unter einem vorbestimmten Abstand beabstandet bzw. getrennt ist, wobei flüssiger Kraftstoff von dem zentralen Elektrodenrohr zugeführt wird und sich von dem getrennten Bereich zu der Vormischkammer (14) durch den Kraftstoffverdampfungsabschnitt (31) bewegt.
 60 5. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein poröser Kraftstoff Absorptionskörper zwischen der geschlossenen Endseite des Verdampfungszyinders (30) und dem offenen Ende des zentralen Elektrodenrohrs (29) vorgesehen ist.

24

6. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der katalytische Verbrennungsabschnitt (6) außerhalb des Verdampfungszyinders (30) vorgesehen ist, wobei der Verdampfungszyylinder (30), der den Kraftstoffverdampfungsabschnitt (31) aufweist, darin vorgesehen ist, und wobei eine Zwei-Schicht-Struktur für den Kraftstoffverdampfungsabschnitt (31) und den katalytischen Verbrennungsabschnitt (6) verwendet ist.
 7. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine konzentrische Zweischichtstruktur für den Kraftstoffverdampfungsabschnitt (31) und den katalytischen Verbrennungsabschnitt (6) verwendet ist, wobei ein Primärluftzufuhrkanal (15) zum Zuführen von Primärluft zu der Vormischkammer (14) stromaufwärts von dem katalytischen Verbrennungsabschnitt (6) vorgesehen ist, wobei der Primärluftzufuhrkanal (15) um die Vormischkammer (14) herum vorgesehen ist.
 8. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein zylindrischer Körper (1d) um die Vormischkammer (14) zum Richten des Stroms bzw. Durchsatzes der Primärluft vorgesehen ist, die der Vormischkammer (14) ausgehend von dem Primärluftzufuhrkanal (15) derart zugeführt wird, daß die Primärluft in eine Position stromaufwärts von der Vormischkammer (14) geführt wird.
 9. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zylindrische Körper (1d) ein Wirbelstromerzeugungsmittel zum Erzeugen einer Wirbelströmung in der Primärluft aufweist, die der Vormischkammer (14) zugeführt wird.
 10. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß
 eine Sekundärluftzufuhreinrichtung (18) zum Zuführen von Sekundärluft zu der stromabwärtigen Seite des katalytischen Verbrennungsabschnitts (6) vorgesehen ist, der Primärluftzufuhrkanal (15) und der Sekundärluftzufuhrkanal (18) als selber bzw. identischer Luftzufuhrkanal (10) gebildet sind,
 ein Verbrennungsgaskanal (4) vorgesehen ist, wobei Verbrennungsgas in dem Verbrennungsgaskanal (4) um den Luftzufuhrkanal (10) herumströmt, und
 eine Membran (9) zwischen dem Verbrennungsgaskanal (4) und dem Luftzufuhrkanal (10) angeordnet ist, wobei die Membran (9) einen Wärmetausch zwischen dem Verbrennungsgas und der Luft durchführt.
 11. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der mit Energie versorgte Heizkörper dazu ausgelegt ist, die Primärluft zu heizen, wobei die Primärluft in eine Position stromaufwärts von dem katalytischen Verbrennungsabschnitt (6) geführt wird.
 12. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Sekundärluftzufuhreinrichtung (8) eine Sekundärlufteinlaßöffnung zum Blasen der Sekundärluft in eine Position stromabwärts von dem katalytischen Verbrennungsabschnitt (6) aufweist, wobei die Sekundärlufteinlaßöffnung ein Wirbelstromerzeugungsmittel zum Erzeugen einer Wirbelströmung in der Sekundärluft aufweist.

DE 100 14 092 A 1

25

13. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß Rippen (49) für den Wärmetausch zwischen dem Verbrennungsgaskanal (4) und dem Luftzufuhrkanal (10) vorgesehen sind. 5
14. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil des mit Energie versorgten Heizkörpers, der den katalytischen Verbrennungsabschnitt (6) bildet, sich auf einer Temperatur befindet, 10 die höher ist als diejenige der übrigen Bereiche des mit Energie versorgten Heizkörpers.
15. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochtemperaturbereich des mit Energie versorgten Heizkörpers von den übrigen Bereichen des mit Energie versorgten Heizkörpers getrennt ist. 15
16. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß der mit Energie versorgte Heizkörper mehrere Windungen eines bandförmigen Heizkörpers (38) umfaßt, wobei die mehreren Wicklungen durch Verbinden eines flachen Blechs (38a) mit einem gewellten Blech (38b) gebildet sind, wobei der Hochtemperaturbereich und die übrigen Bereiche in Reihe 20 geschaltet sind, und die Anzahl von bandförmigen Heizkörpern (38), die den Hochtemperaturbereich bilden, kleiner ist als die Anzahl der bandförmigen Heizkörper (38) der übrigen Bereiche, wobei die Höhe des Stroms, der zu jedem der bandförmigen Heizkörper (38) des Hochtemperaturbereichs fließt, eine Temperatur erzeugt, die höher ist als diejenige der bandförmigen Heizkörper (38) in den übrigen Bereichen. 25
17. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zündabschnitt (62) mit zumindest einem Hochtemperaturbereich, der eine Temperatur höher als diejenige der übrigen Bereiche des Zündabschnitts (62) aufweist, stromabwärts von dem mit Energie versorgten Heizkörper vorgesehen ist. 30
18. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Reaktionsförderabschnitt (61), der zumindest einen Bereich aufweist, der auf eine Temperatur höher als diejenige der übrigen Bereiche erhitzt ist, um Oxidation von Kraftstoff zu fördern, der stromaufwärts von dem mit Energie versorgten Heizkörper bereitgestellt wird, der den katalytischen Verbrennungsabschnitt (6) bildet, vorgesehen ist. 35
19. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zündabschnitt (62) zumindest einen Bereich aufweist, der auf eine höhere Temperatur erhitzt wird als diejenige in den anderen Bereichen, wobei der Zündabschnitt (62) stromabwärts von dem mit Energie versorgten Heizkörper vorgesehen ist, 40 ein Reaktionsförderabschnitt (61) zumindest einen Bereich aufweist, der auf eine höhere Temperatur erwärmt ist als diejenige der übrigen Bereiche, wobei Oxidation von Kraftstoff stromaufwärts von dem mit Energie versorgten Heizkörper vorgesehen ist, und der Zündabschnitt (62) entlang einem Pfad von gemischtem Gas vorgesehen ist, der durch den Reaktionsförderabschnitt (61) hindurchverläuft. 45
20. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der mit Energie versorgte Heizkörper 50

26

- durch Wickeln eines bandförmigen Heizkörpers (38) bereitgestellt ist, und der Zündabschnitt (62) und der Reaktionsförderabschnitt (61) gebildet sind durch Bereitstellen eines Durchgangslochs in dem bandförmigen Heizkörper (38).
21. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Reaktionsförderabschnitt (61) mit zumindest einem Bereich vorgesehen ist, der auf einer Temperatur geheizt wird, die höher ist als diejenige der übrigen Bereiche, wobei Oxidation von Kraftstoff stromaufwärts von dem mit Energie versorgten Heizkörper bereitgestellt ist, und der Reaktionsförderabschnitt (61) entlang der Längsrichtung des Sprühlochs vorgesehen ist.
22. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß 5 der mit Energie versorgte Heizkörper Windungen aus einem bandförmigen Heizkörper (38) umfaßt, wobei die Windungen durch Verbinden eines flachen Blechs (38a) mit einem gewellten Blech (38b) gebildet sind, der Reaktionsförderabschnitt (61) in einem Teil des bandförmigen Heizkörpers (38) vorgesehen ist, und der Reaktionsförderabschnitt (61) durch Verringern der Dicke von zumindest entweder dem flachen Blech (38a) oder dem gewellten Blech (38b) des bandförmigen Heizkörpers (38) bereitgestellt ist, wodurch der elektrische Widerstand des bandförmigen Heizkörpers (38) vergrößert ist.
23. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß 10 der mit Energie versorgte Heizkörper, der den katalytischen Verbrennungsabschnitt (6) bildet, aus Windungen eines bandförmigen Heizkörpers (38) besteht, die durch Verbinden eines flachen Blechs (38a) mit einem gewellten Blech (38b) gebildet sind, der Reaktionsförderabschnitt (61) in einem Teil des bandförmigen Heizkörpers (38) vorgesehen ist, ein stromaufwärtiger Teil von zumindest entweder dem flachen Blech (38a) oder dem gewellten Blech (38b) ausgeschnitten ist, um einen stromabwärtigen Heizabschnitt (61) bereitzustellen, der auf eine Temperatur geheizt wird, die höher ist als diejenige in den übrigen Bereichen einer stromabwärtigen Seite des bandförmigen Heizkörpers (38), 15 ein stromabwärtiger Teil von zumindest dem flachen Blech (38a) oder dem gewellten Blech (38b) ausgeschnitten ist, um einen stromaufwärtigen Heizabschnitt (61d) bereitzustellen, der auf eine Temperatur geheizt wird, die höher ist als diejenige der übrigen Bereiche auf der stromaufwärtigen Seite des bandförmigen Heizkörpers (38), und eine Überlappung zwischen dem stromaufwärtigen Heizabschnitt (61d) und dem stromabwärtigen Heizabschnitt (61), gebildet durch Wickeln des bandförmigen Heizkörpers (38), den Reaktionsförderabschnitt (61) bildet, der in der Längsrichtung des Sprühlochs vorgesehen ist.
24. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß 20 ein Zündabschnitt (62) mit zumindest einem Bereich, der auf einer Temperatur geheizt wird, die höher ist als diejenige der übrigen Bereiche, stromabwärts von dem mit Energie versorgten Heizkörper vorgesehen ist, der den katalytischen Verbrennungsabschnitt (6) bildet, 25

DE 100 14 092 A 1

27

28

und

der Zündabschnitt (62) derart vorgesehen ist, daß er in die Verbrennungskammer (16) stromabwärts von dem katalytischen Verbrennungsabschnitt (6) vorsteht.

25. Katalytische Verbrennungsvorrichtung mit Vergasungsfunktion nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß

der mit Energie versorgte Heizkörper, der den katalytischen Verbrennungsabschnitt (6) bildet, aus mehreren Wicklungen bzw. Windungen eines bandförmigen Heizkörpers (38) besteht, die durch Verbinden eines flachen Blechs (38a) mit einem gewellten Blech (38b) gebildet sind, und die bandförmigen Heizkörper (38), welche den Zündabschnitt (62) bilden, getrennt von den bandförmigen Heizkörpern (38) sind, die die übrigen Bereiche bilden und in Reihe geschaltet sind, die Anzahl von bandförmigen Heizkörpern (38), die den Zündabschnitt (62) bilden, kleiner ist als die Anzahl der bandförmigen Heizkörper (38) in den übrigen Bereichen, wodurch die Höhe des Stroms vergrößert wird, der durch jeden der bandförmigen Heizkörper (38) fließt, die den Zündabschnitt (62) bilden, um eine Temperatur zu erzeugen, die höher ist als diejenige der bandförmigen Heizkörper (38) in den übrigen Bereichen, und

die bandförmigen Heizkörper (38), die den Zündabschnitt (62) bilden, in die Verbrennungskammer (16) stromabwärts von den bandförmigen Heizkörpern (38) vorstehen, die die übrigen Bereiche bilden.

Hierzu 27 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 3B

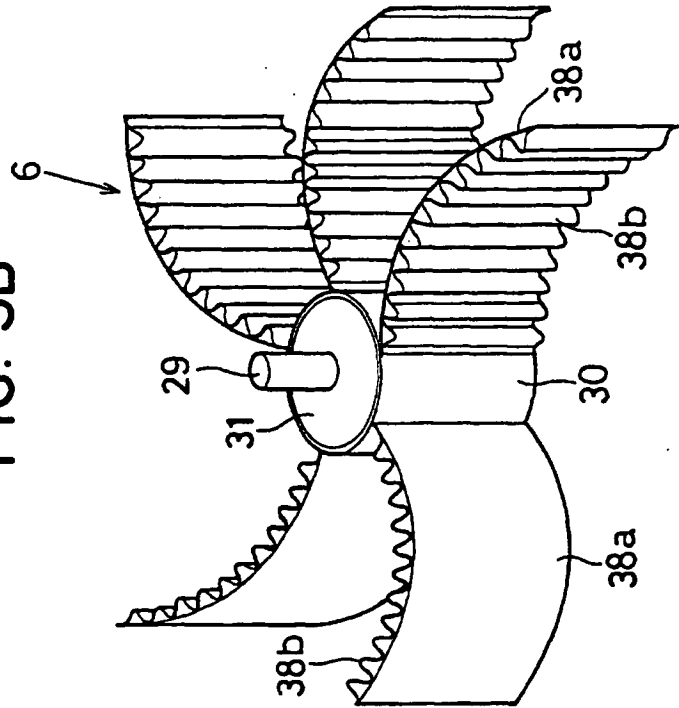
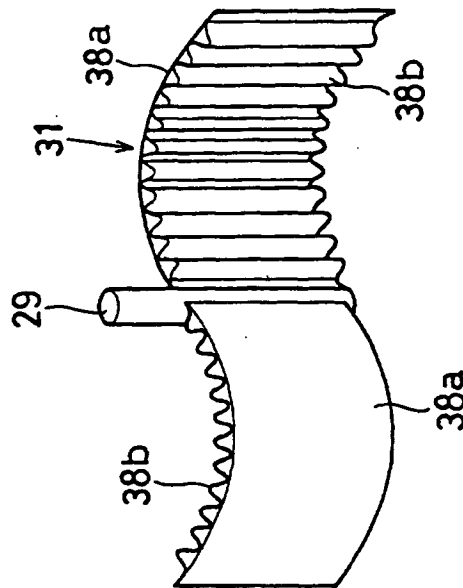


FIG. 3A



ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:
Int. Cl.7:
Offenlegungstag:

DE 100 14 092 A1
F 23 D 11/44
28. September 2000

FIG. 1

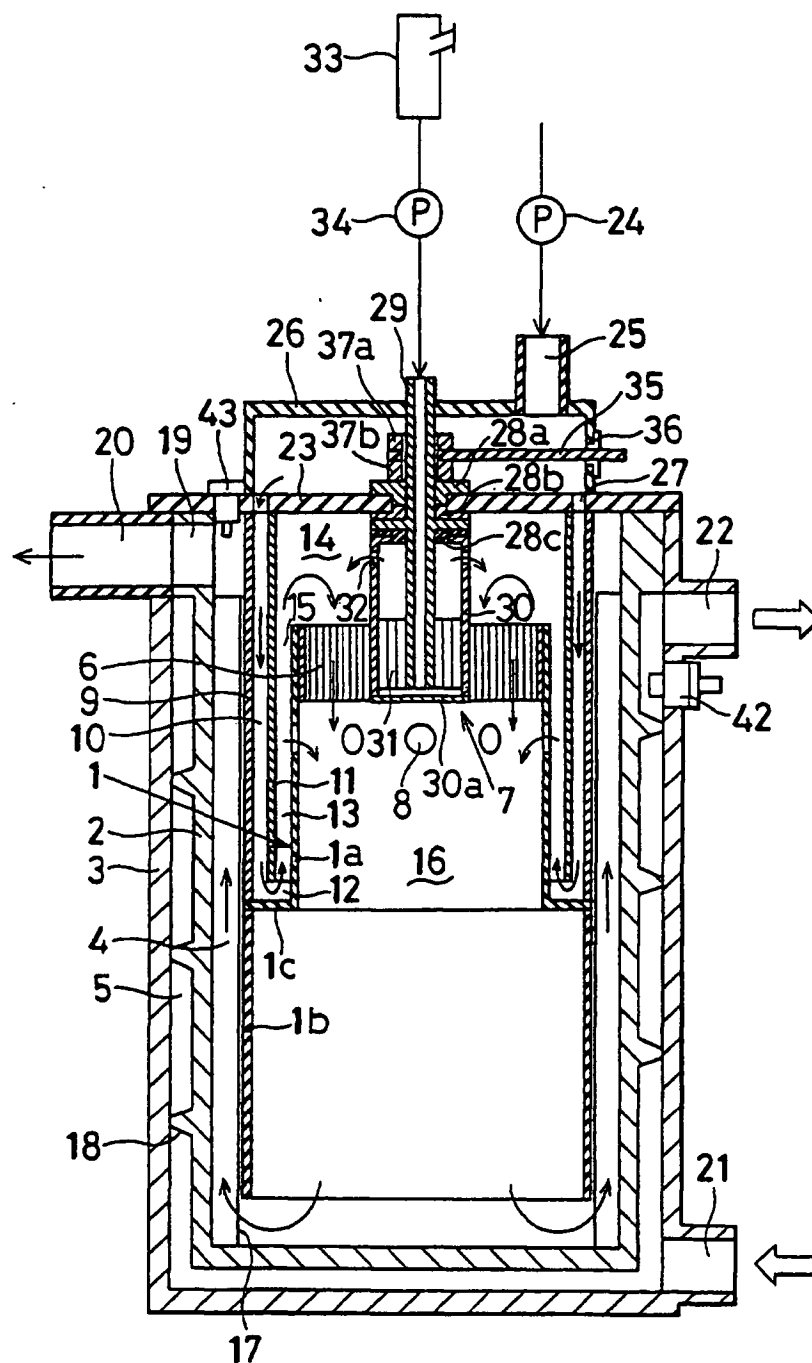
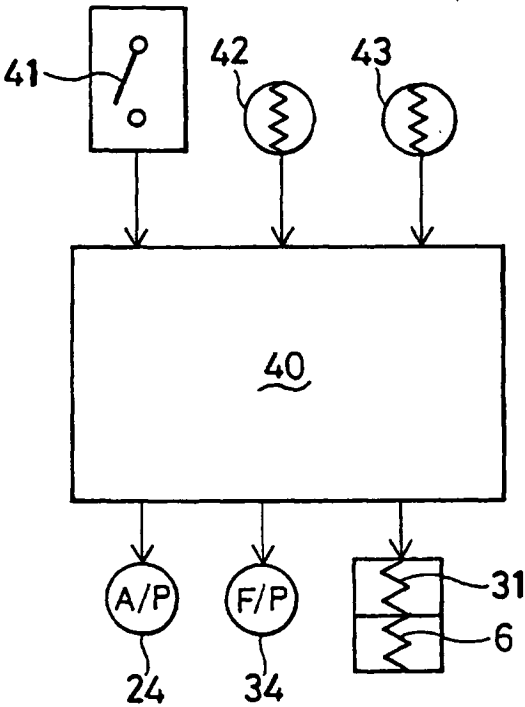


FIG. 4



ZEICHNUNGEN SEITE 5

Nummer:
Int. Cl.7:
Offenlegungstag:

DE 100 14 092 A1
F 23 D 11/44
28. September 2000

FIG. 5

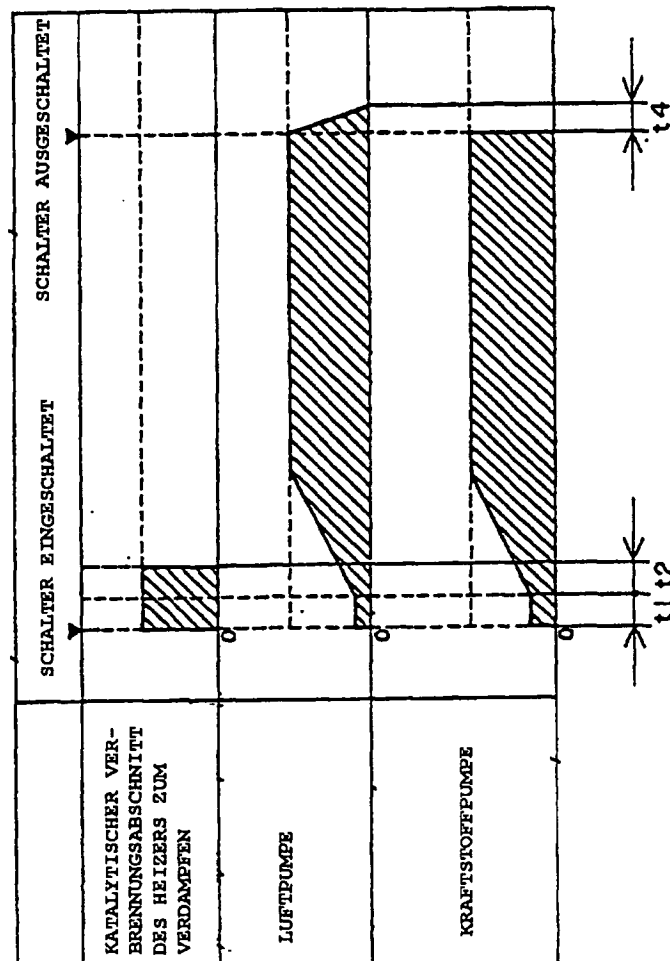


FIG. 6

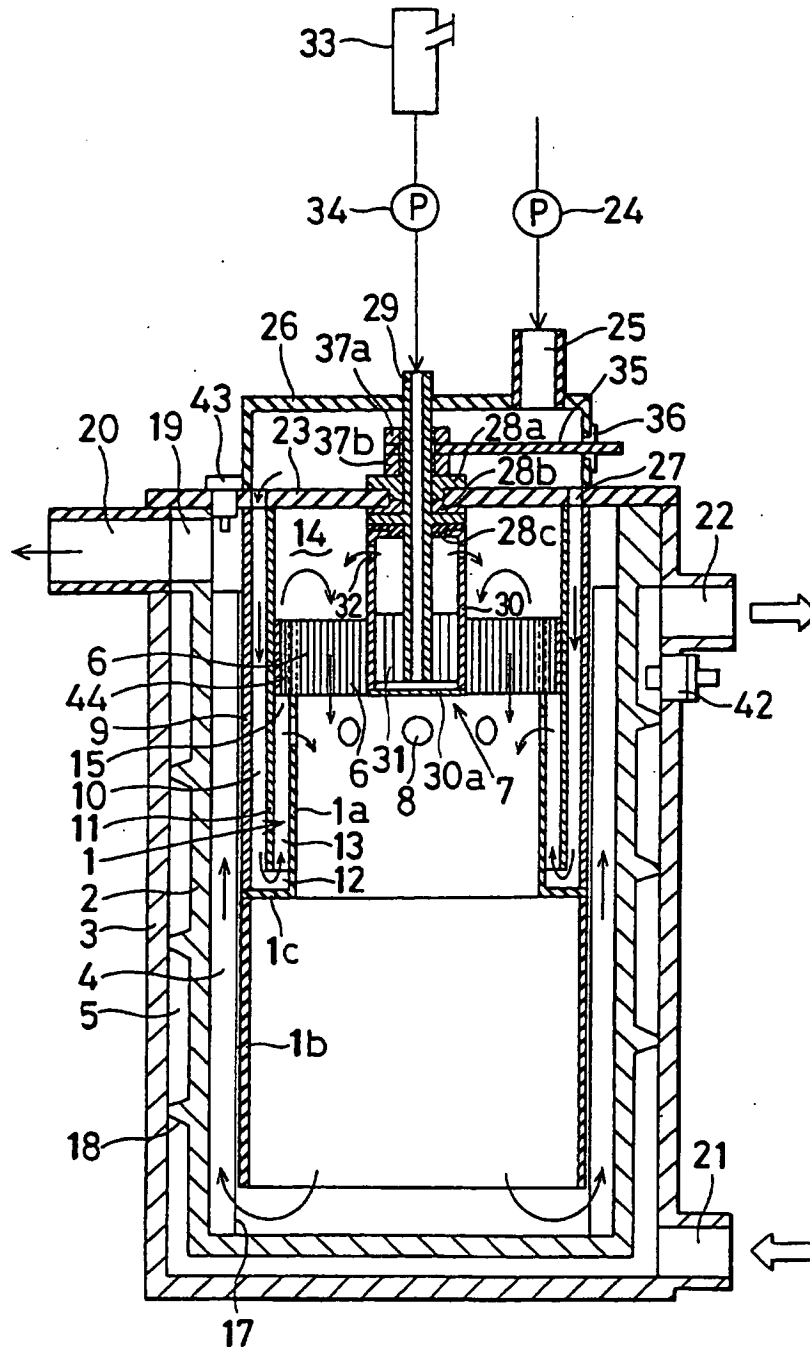


FIG. 7

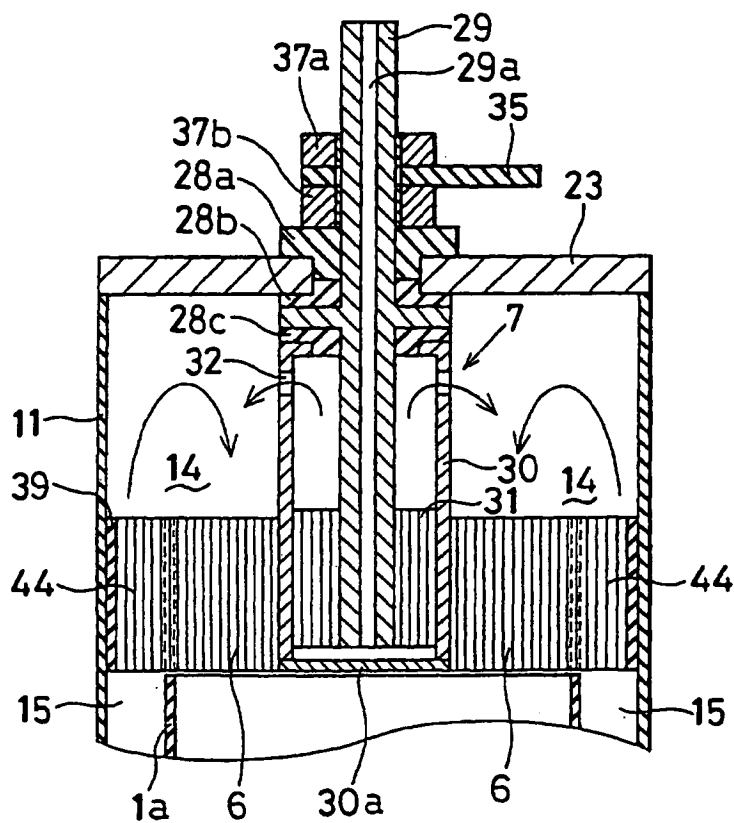


FIG. 8

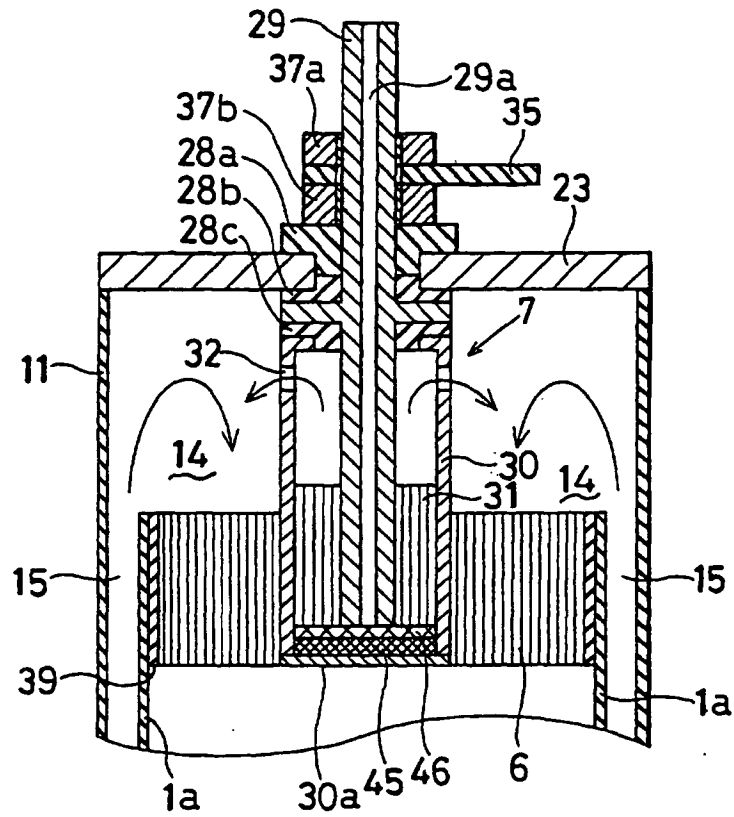


FIG. 9

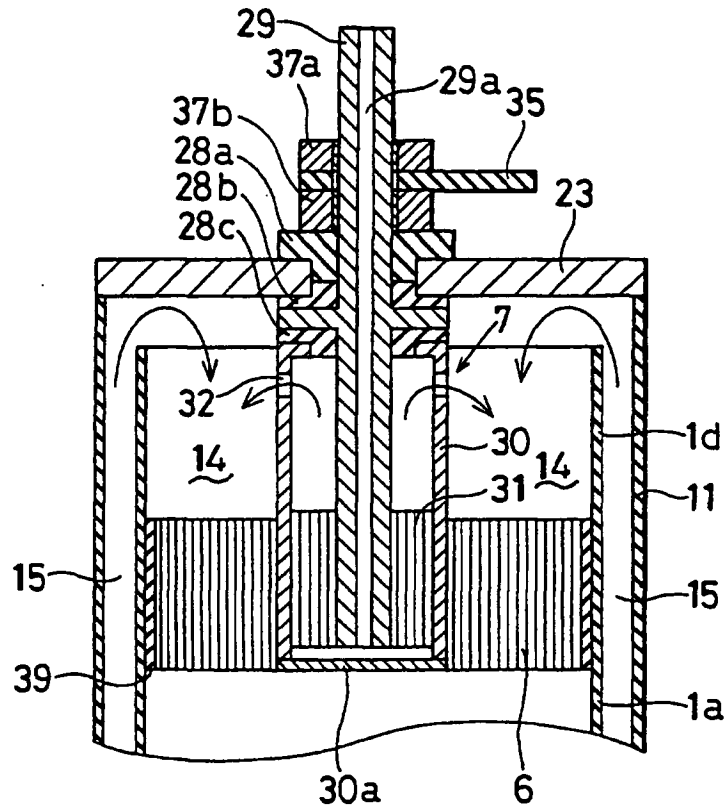
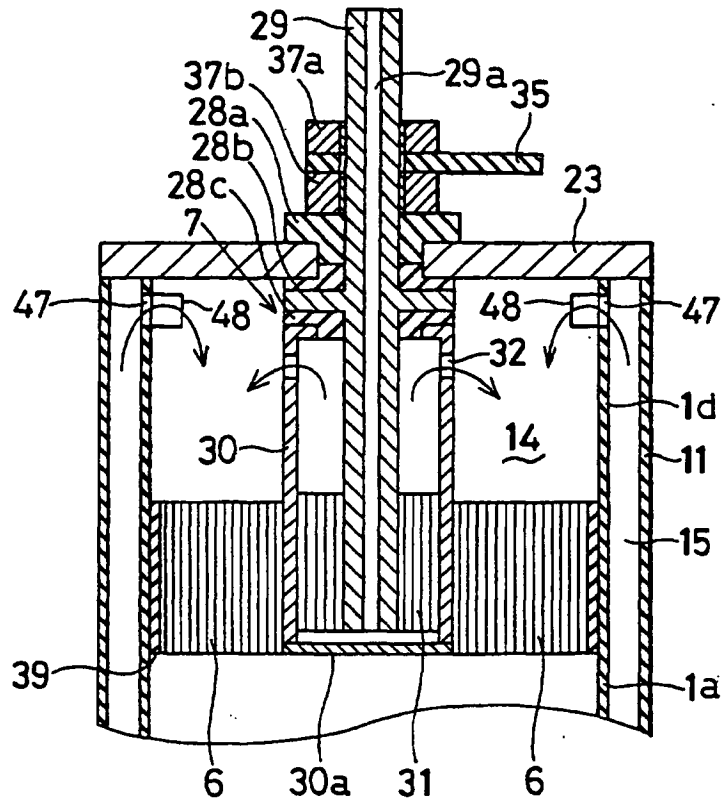


FIG. 11



ZEICHNUNGEN SEITE 12

Nummer:
Int. Cl. 7:
Offenlegungstag:

DE 100 14 092 A1
F 23 D 11/44
28. September 2000

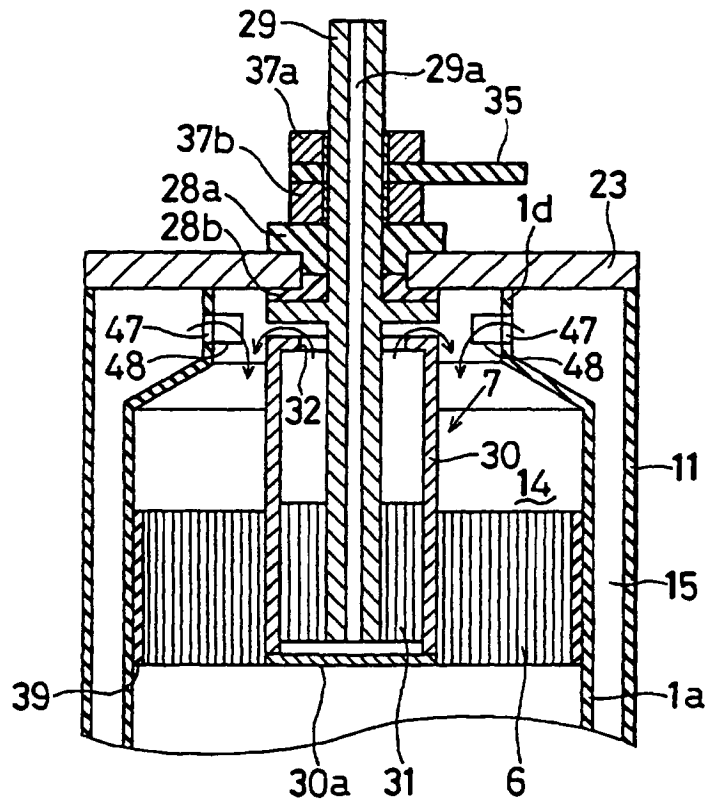
FIG. 12

FIG. 13

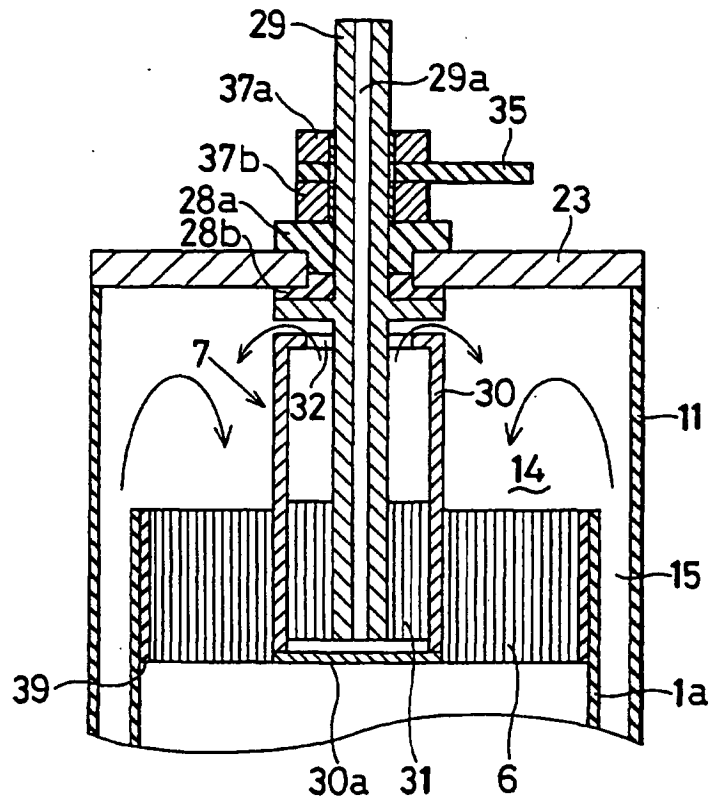


FIG. 14

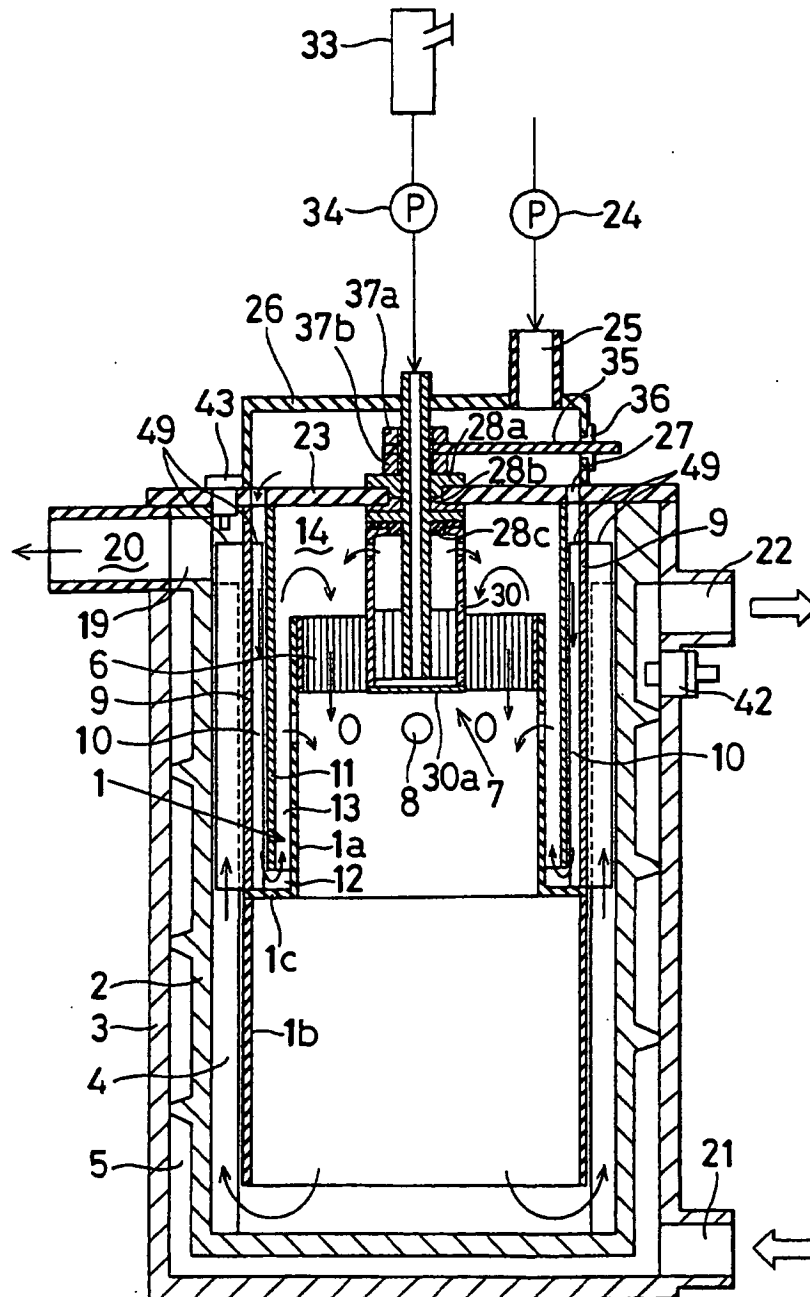


FIG. 15

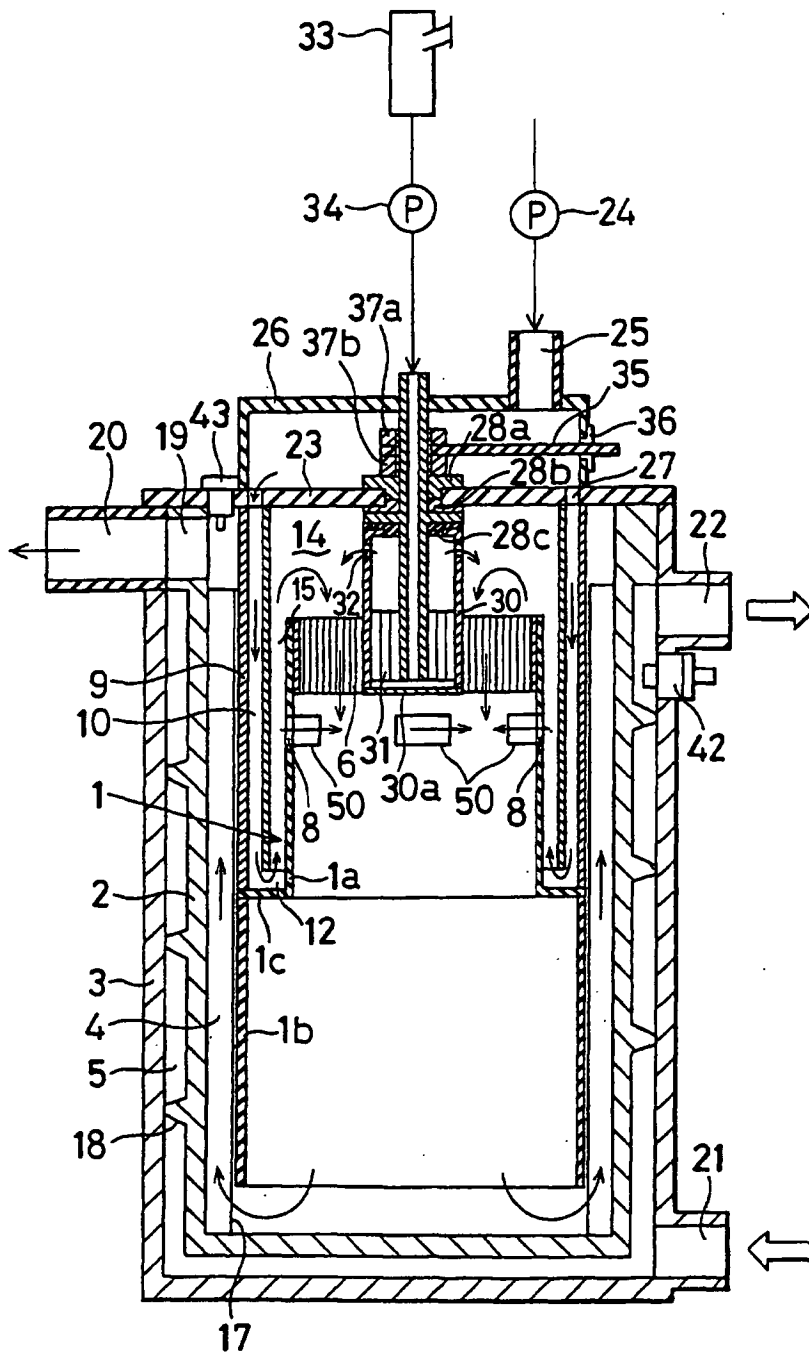


FIG. 16

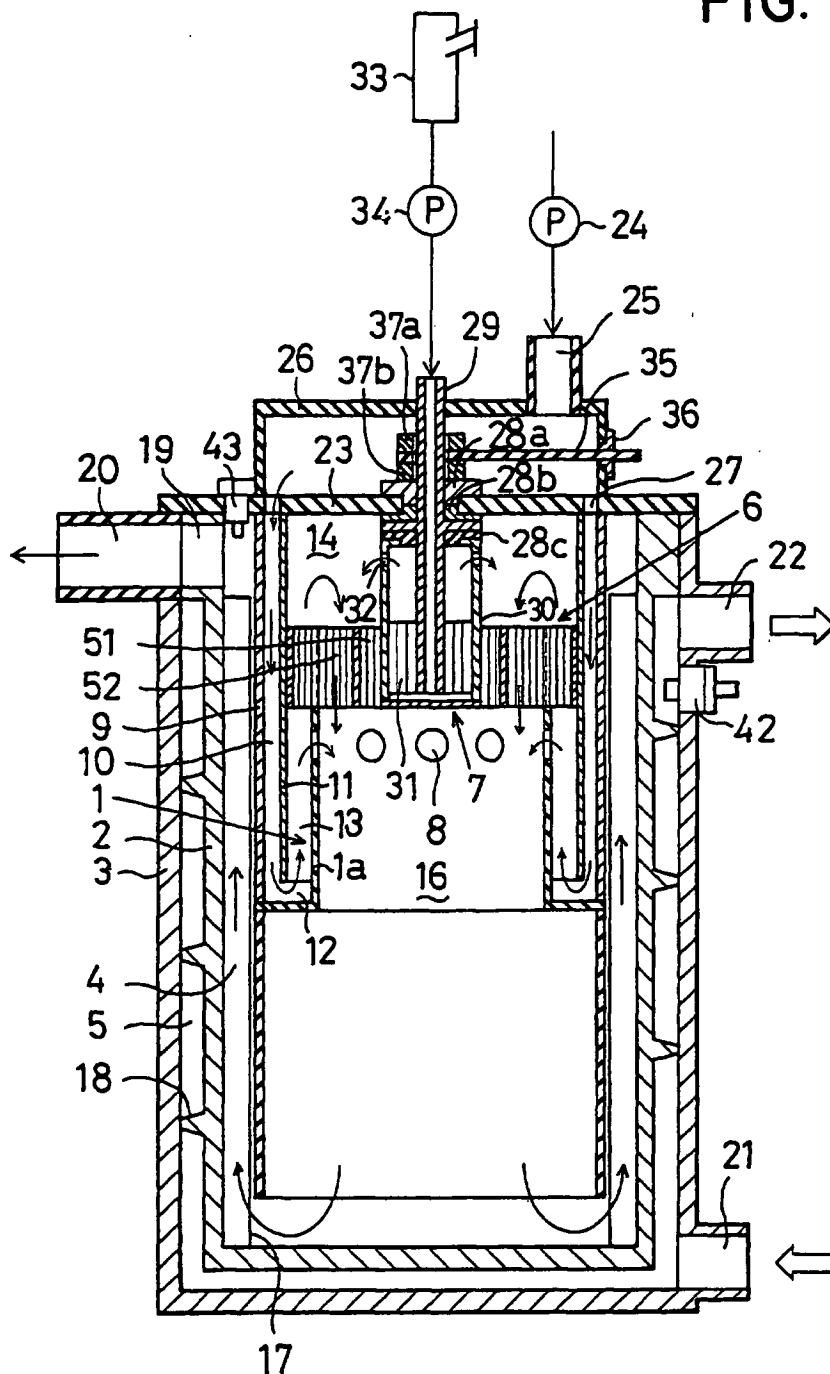
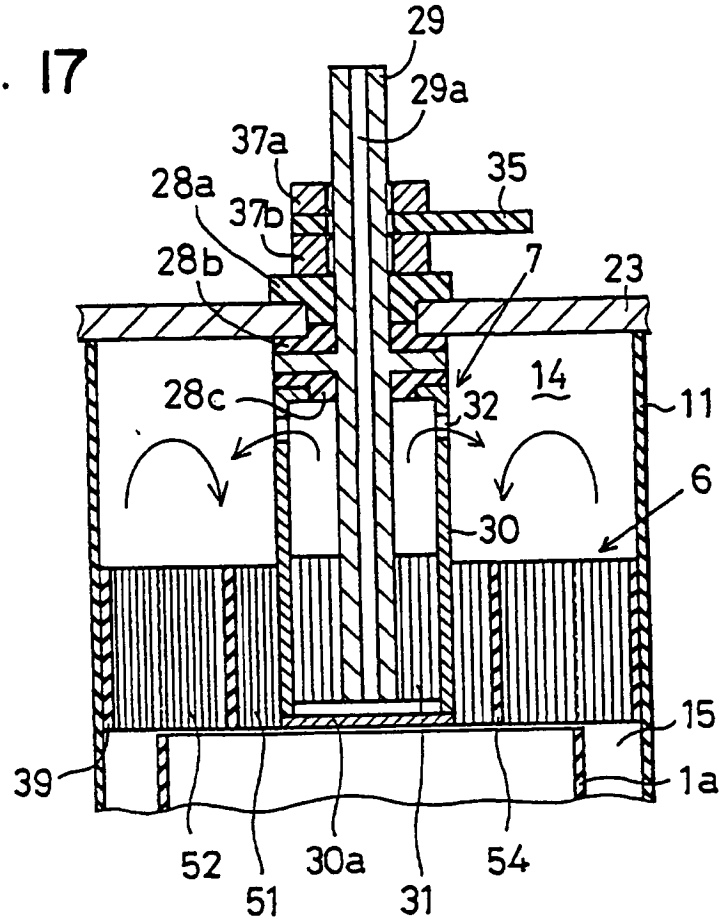


FIG. 17



ZEICHNUNGEN SEITE 18

Nummer:

DE 100 14 092 A1

Int. Cl.7:

F 23 D 11/44

Offenlegungstag:

28. September 2000

FIG. 18

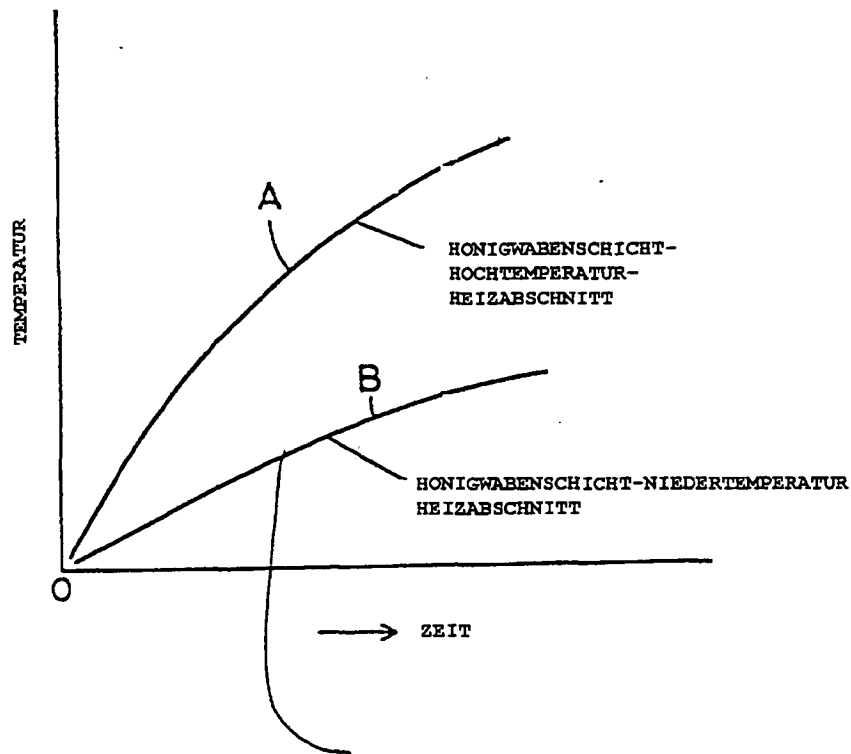


FIG. 19

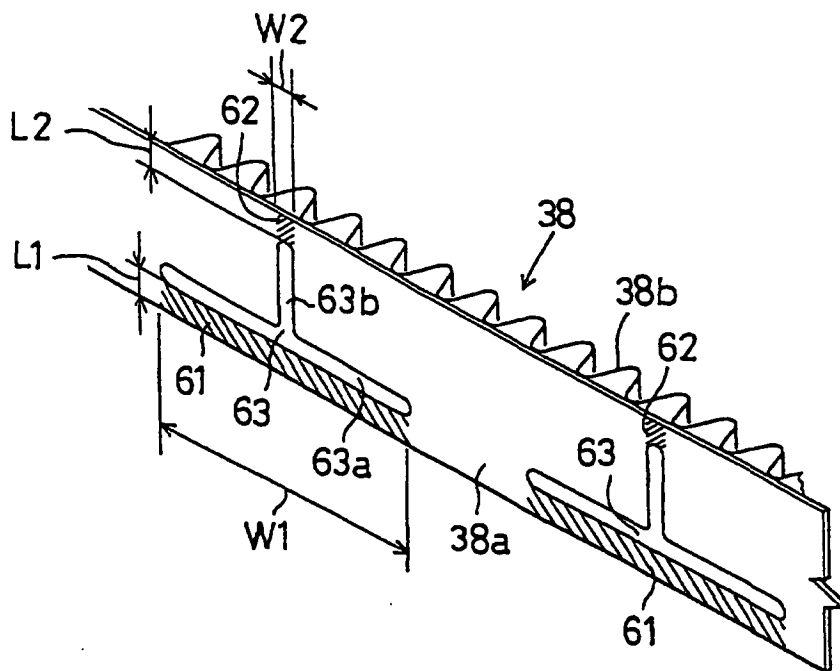


FIG. 20

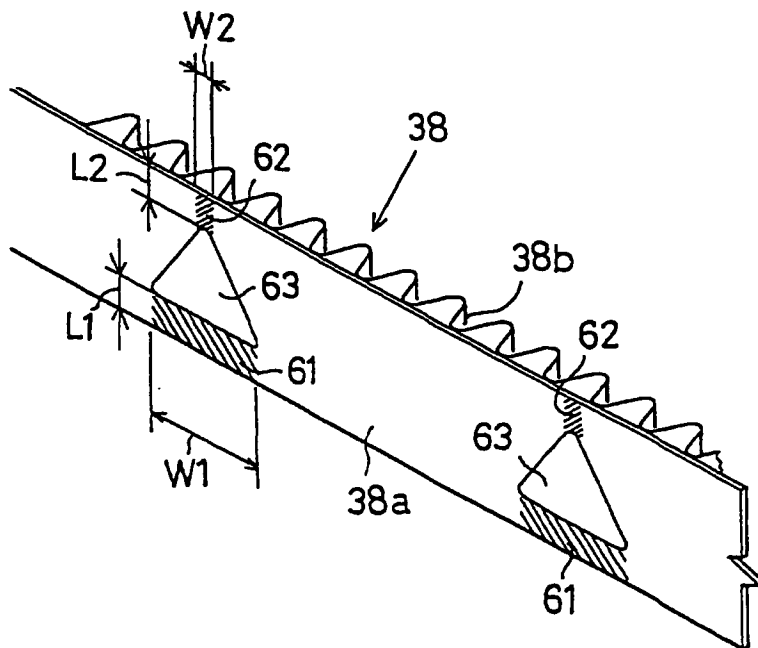


FIG. 21

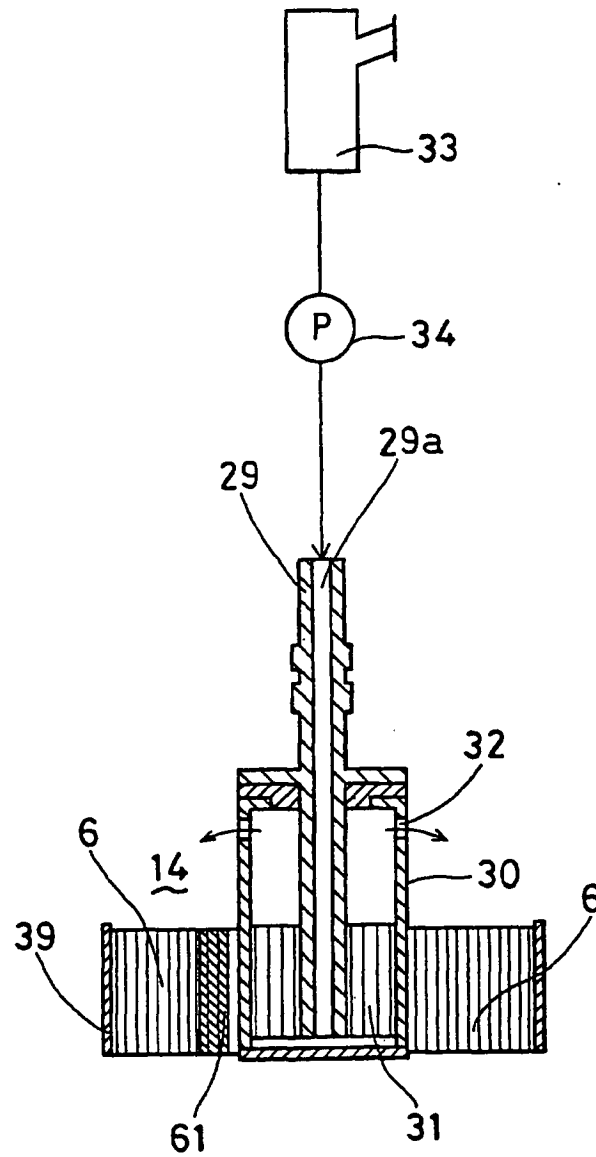


FIG. 22

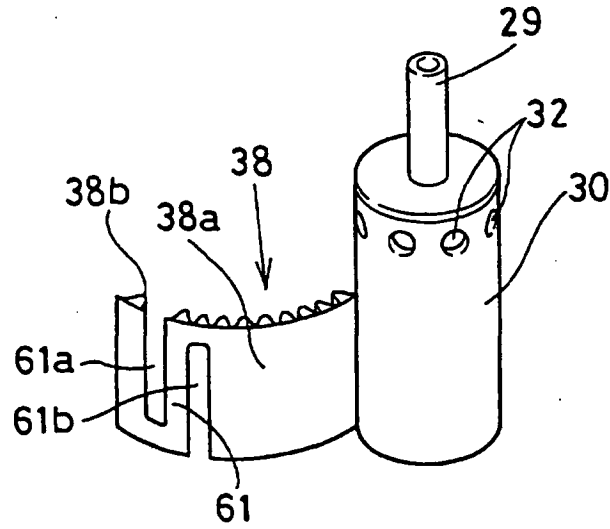


FIG. 23

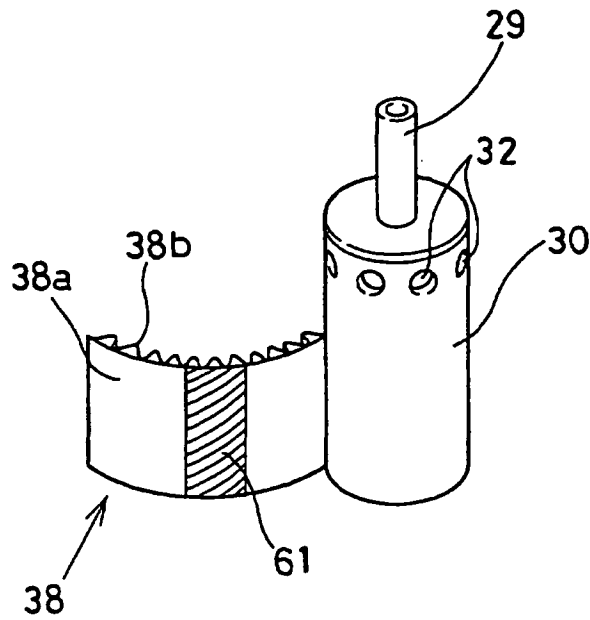


FIG. 24

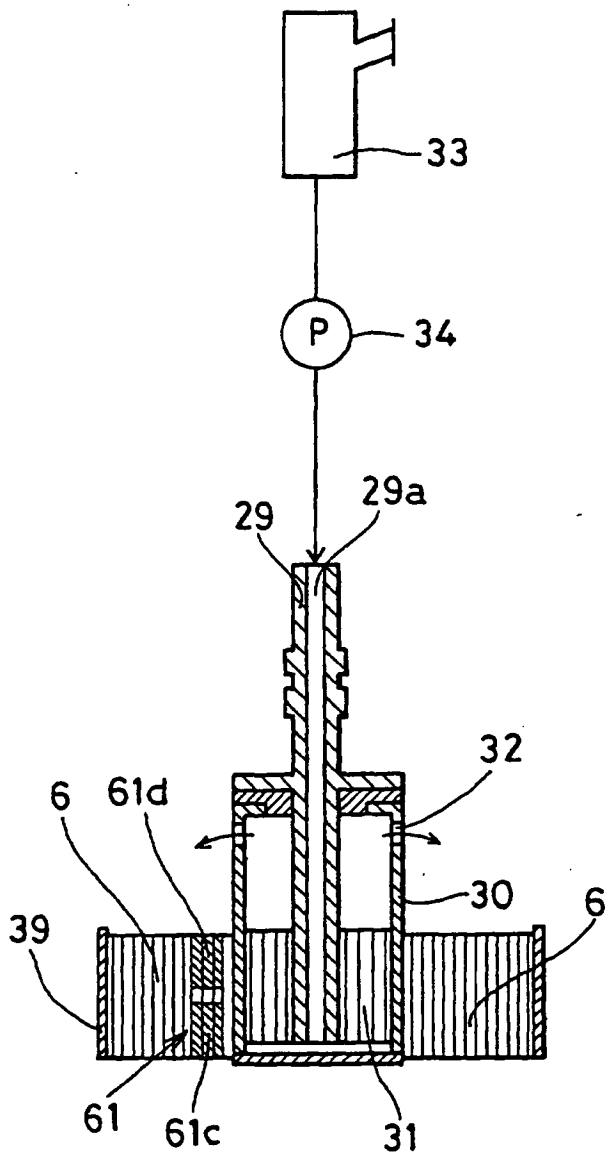


FIG. 25

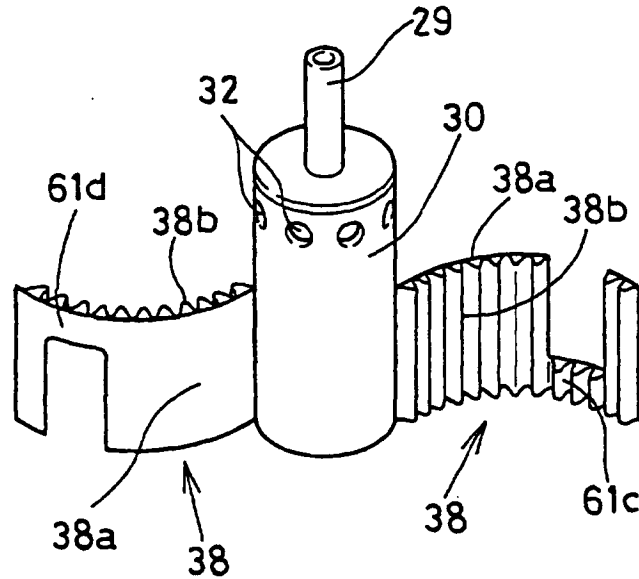


FIG. 27

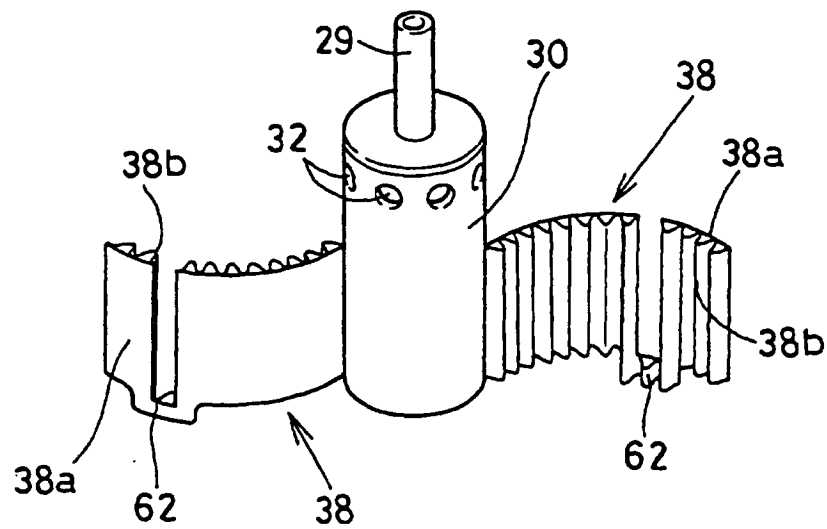


FIG. 26

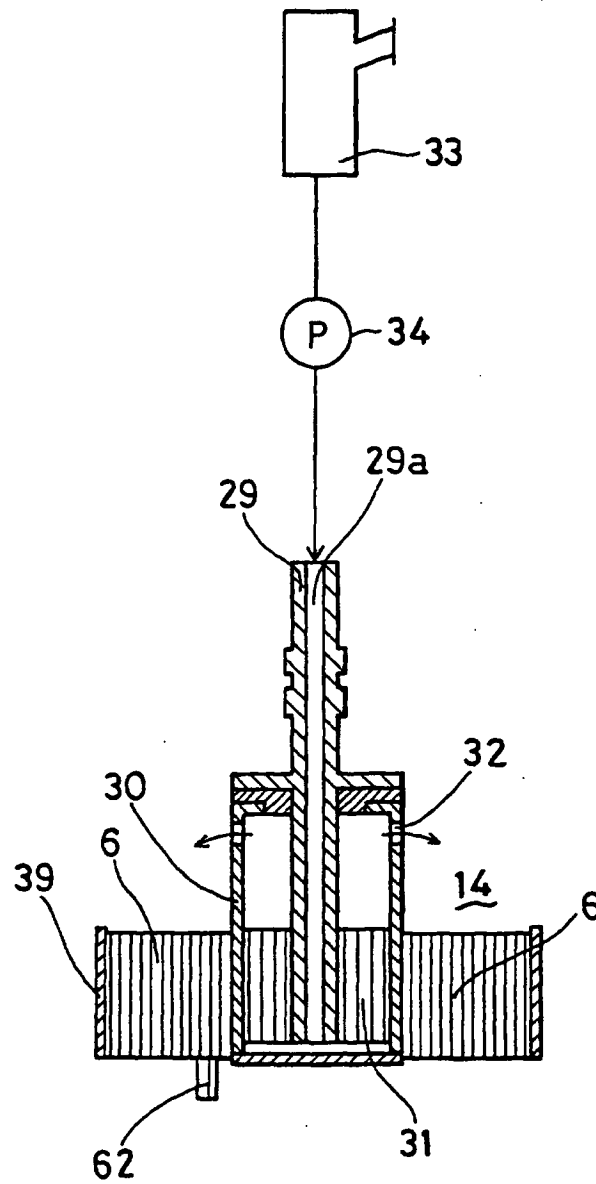


FIG. 28

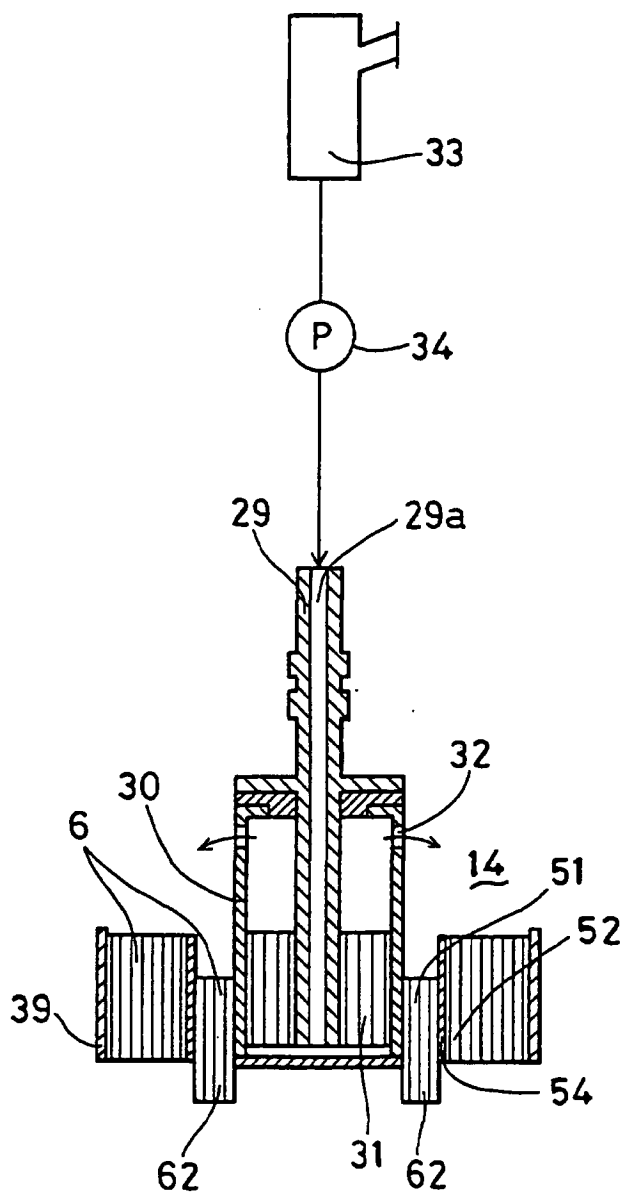


FIG. 29

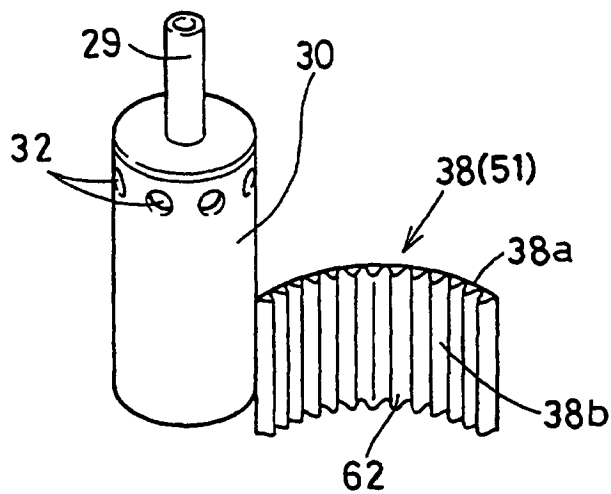


FIG. 31

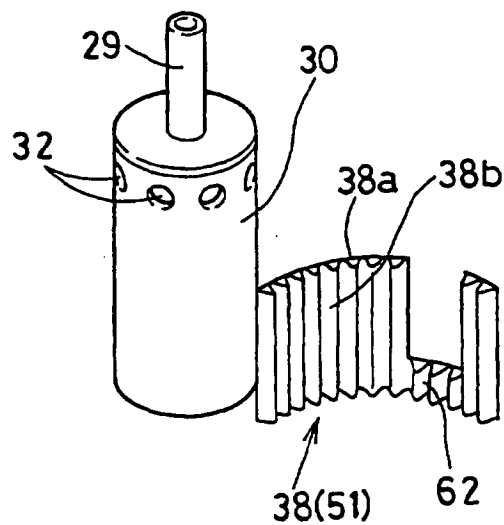
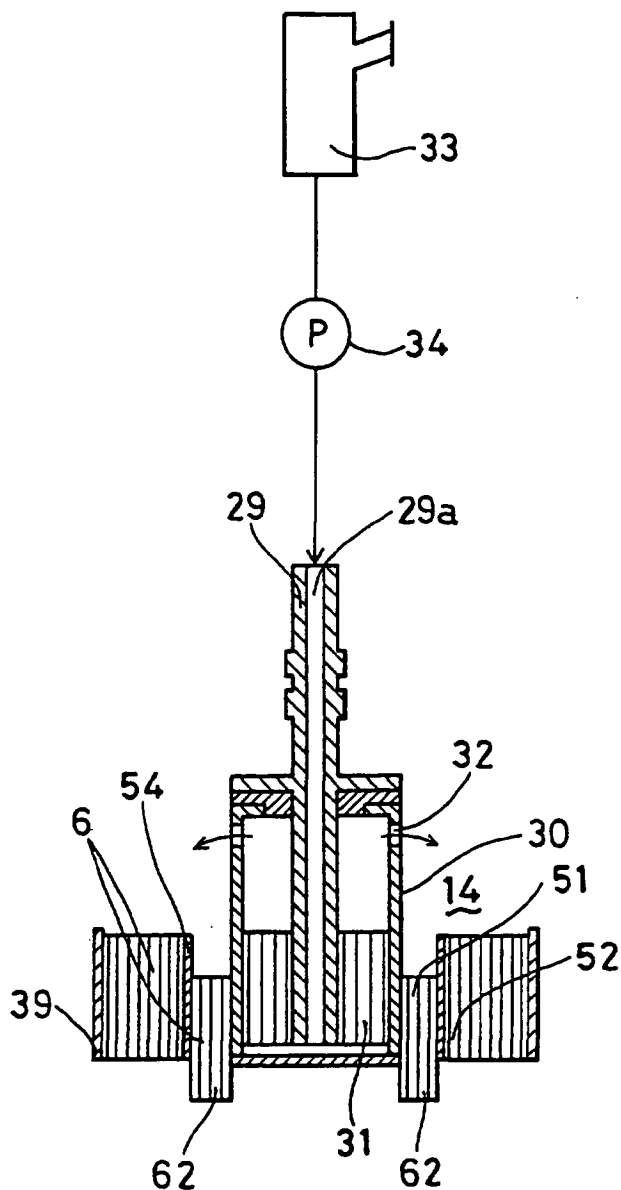


FIG. 30



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.